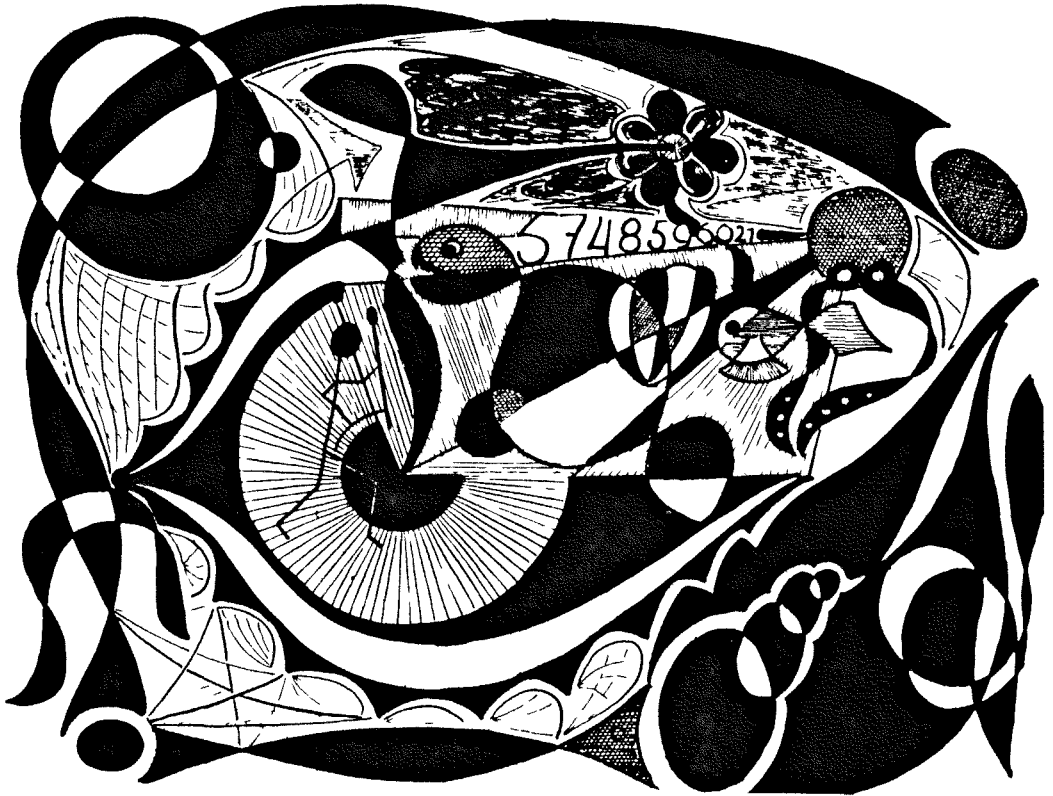


# EVOLUTIE EN FINALITEIT



F.J.K.J. SOONTIENS



# **EVOLUTIE EN FINALITEIT**

**EEN HISTORISCHE EN WIJSGERIGE ANALYSE**

**VAN EEN VERVREEMDE RELATIE**

een wijsgerige proeve op het gebied van de wetenschap

**F.J.K.J. SOONTIËNS**

ISBN-nummer: 90 - 900 2522 - 7  
Omslag: "Evolutie": F.Soontiens



# **EVOLUTIE EN FINALITEIT**

## **EEN HISTORISCHE EN WIJSGERIGE ANALYSE VAN EEN VERVREEMDE RELATIE**

een wetenschappelijke proeve op het gebied van de wijsbegeerte

**PROEFSCHRIFT**

**TER VERKRIJGING VAN DE GRAAD VAN DOCTOR AAN  
DE KATHOLIEKE UNIVERSITEIT TE NIJMEGEN,  
VOLGENS BESLUIT VAN HET COLLEGE VAN DECANEN IN HET  
OPENBAAR TE VERDEDIGEN OP**

**DINSDAG 13 DECEMBER 1988**

**DES NAMIDDAGS TE 3.30 UUR**

**DOOR**

**FRANCISCUS JACOBUS KAREL JOZEF SOONTIËNS**

**geboren op 7 maart 1945 te Breda**

**Promotor: Prof. Dr. G.J.Y. Debrock**

"Teleology is a lady, without whom no biologist can live - but he is ashamed to be seen with her in public." (Davis)

"If, therefore, purpose is present in art, it is present also in Nature." (Aristoteles)

"Mais, l'art est le fils de la Nature;  
elle a dû longtemps le précéder." (De la Mettrie)

"Die Natur schafft als Künstler, der Künstler als Natur."  
(Schelling)

"Natural Selection is a power as immeasurably superior to man's feeble efforts, as the works of Nature are those of Art."  
(Darwin)

Voor Paulien, Martijn en Bastiaan.

Ter Herinnering aan:  
Mijn Ouders,  
Prof. Dr. Ch.M.A. Kuypers,  
Dr. J.M. den Uyl

"Nel mezzo del cammin di nostra vita,  
mi ritrovai per una selva oscura"  
(Dante)

## INHOUD

Voorwoord : NATUUR, WETENSCHAP EN VERVREEMDING .....	1
--	---

### Inleiding: NATUUR EN FINALITEIT

1 Het Antieke-Middeleeuwse Wereldbeeld .....	5
2 Het Moderne Wereldbeeld .....	7
2.1 Secularisering van de Wereld .....	8
2.2 Mechanisering en Mathematisering van de Kosmos .....	8
2.3 Definalisering van de Natuur .....	9
2.4 Dynamisering van de Natuur .....	10
2.5 Subjectivering der Waarden .....	11
2.6 De Natuurlijke Theologie en de Teleologie .....	12
3 De Verlichting .....	12
3.1 Vooruitgangsgeloof .....	14
3.2 Historisering van de Natuur .....	14
3.3 Evolutionisme .....	15
3.4 Paradox .....	17
3.5 Hedendaagse Evolutietheorie .....	18

### 1. Hoofdstuk I : EVOLUTIE

1.1 Inleiding .....	23
1.2 Voorwaarden voor Evolutietheorie .....	27
1.2.1 Soort-begrip .....	28
1.2.2 Preformatie of Epigenese .....	29
1.2.3 De Generatio Spontanea .....	30
1.2.4 De Typus-Leer .....	30
1.2.5 De Verlichting: Historisering van het Wereldbeeld .....	31
1.2.5.1 Geologie en Paleontologie .....	32
1.3 Evolutionisme .....	33
1.3.1 Evolutionisme in Frankrijk .....	34
1.3.1.1 Lamarck .....	35
1.3.2 De Evolutiegedachte in Engeland .....	36
1.4 Charles Darwin .....	38
1.4.1 The Origin of Species .....	40
1.4.2 Wetenschappelijke Kritiek op het Darwinisme .....	41
1.4.3 Wijsgerige en theologische kritiek .....	42
1.5 De Evolutietheorie in de Twintigste Eeuw .....	44
1.5.1 De Moderne Evolutietheorie .....	45
1.5.1.1 De Populatiegenetica .....	45
1.5.1.2 Moleculaire Biologie .....	46
1.6 Inhoud van de Moderne Evolutietheorie .....	48
1.6.1 Schets van de Hedendaagse Theorie .....	49
1.6.1.1 Genetische variabiliteit .....	49
1.6.1.2 Natuurlijke Selectie .....	50
1.6.1.3 Speciatie door Isolatie .....	52
1.6.2 De Rol van het Toeval .....	53
1.6.3 Beperking van het Toeval .....	54
1.6.3.1 De Natuurlijke Selectie als Richtende Factor .....	54
1.6.3.2 Genetische Homeostasis als Breidelings- van het Toeval .....	55
1.6.3.3 Constraints .....	56
1.6.4 Trends .....	56

1.7 Wetenschappelijke Problemen .....	58
1.7.1 Neutralisme .....	60
1.7.2 Saltationisme. ....	60
1.7.3 Erfelijkheid van verworven eigenschappen .....	62
1.7.4 Behavioral Selection .....	63
1.8 Wijsgerige Problemen .....	65
1.8.1 Adaptatie .....	66
1.8.2 Natuurlijke Selectie .....	67
 2. Hoofdstuk II :                      FINALITEIT	
2.1 Inleiding .....	71
2.2 Oudheid en Middeleeuwen: Een doelgerichte Kosmos .....	76
2.2.1 Plato .....	78
2.2.2 Aristoteles .....	80
2.2.2.1 De Scala Naturae .....	80
2.2.2.2 Natuur en Verandering .....	81
2.2.2.3 Natuur en Techne .....	82
2.2.2.4 Noodzaak en Doeloorzaak .....	83
2.2.2.5 Doeloorzaak en Toeval .....	84
2.2.2.6 Natuur, Doeloorzaak en Bewustzijn .....	85
2.2.2.7 De Onbewogen Beweger .....	86
2.2.2.8 Methexis en Kosmologie .....	87
2.2.2.9 Kosmologie en Ethiek .....	87
2.2.2.10 Twee Modaliteiten van Doeloorzaak .....	88
2.2.3 Kommentaar en Conclusie .....	89
2.2.4 Stoa .....	90
2.3 De Middeleeuwen .....	92
2.3.1 het Neo-Platonisme .....	92
2.3.2 Teleologie bij Thomas van Aquino .....	94
2.3.3 Discussie omtrent finaalcausaliteit 14de eeuw....	95
2.3.4 William van Ockham .....	96
2.3.5 Buridanus .....	97
2.3.6 Toeval, Noodzaak en Teleologie .....	98
2.4 Nieuwe Tijd: Een Machinale Kosmos .....	101
2.4.1 Galileo Galilei .....	103
2.4.2 Francis Bacon .....	103
2.4.3 Descartes .....	104
2.4.4 Thomas Hobbes en John Locke .....	105
2.4.5 Spinoza .....	106
2.4.6 Leibniz .....	108
2.4.7 Berkeley .....	111
2.5 De Verlichting: Natuur als Historische Proces .....	112
2.5.1 De Natuurlijke Theologie .....	112
2.5.2 Hume .....	114
2.5.3 Zelf-Organisatie en Levenskracht .....	115
2.5.3.1 Zelf-Organisatie .....	116
2.5.3.2 De Levenskrachtgedachte .....	117

2.5.4 Kant .....	119
2.5.4.1 Kritik der Reinen Vernunft .....	119
2.5.4.2 Kritik der Urteilkraft .....	120
2.5.4.3 Organisme, Toeval en Teleologie .....	121
2.5.4.4 Doelmatigheid .....	122
2.5.4.5 Innerlijke Doelmatigheid .....	123
2.5.4.6 Natur-Zweck .....	123
2.5.4.7 Zweck der Natur .....	124
2.5.4.8 Antinomie tussen Teleologie en Causaliteit .....	126
2.5.4.9 Kommentaar en Conclusie .....	126
2.5.4.10 Kant en Aristoteles over Teleologie .....	127
2.6 Negentiende Eeuw: Evolutionisme .....	130
2.6.1 Idealistische Naturphilosophie .....	131
2.6.1.1 Schelling en Hegel.....	131
2.6.2 De Evolutiegedachte .....	133
2.6.2.1 Lamarck en Chambers.....	134
2.6.2.2 Conclusie .....	134
2.6.3 Charles Darwin .....	135
2.6.3.1 Darwin en het Probleem van de Teleologie ...	137
2.6.3.2 De Kritiek .....	138
2.6.4 Kommentaar en Conclusie .....	141
2.6.5 Het Vitalisme-Mechanicisme Debat .....	142
2.6.5.1 Schopenhauer .....	144
2.6.5.2 Het Mechanicisme .....	144
2.6.6 Karl von Baer .....	146
2.6.6.1 Conclusie .....	148
2.7 Twintigste Eeuw .....	149
2.7.1 Mechanicisme en Vitalisme in de 20ste Eeuw .....	149
2.7.1.1 Het Probleem van de Orthogenese .....	151
2.7.1.2 Neo-Vitalisme .....	151
2.7.1.3 Mechanicisme in de Embryologie: Wilhelm Roux	153
2.7.1.4 Vitalisme in de Embryologie: Hans Driesch	154
2.7.1.5 Vitalisme en Evolutie: Bergson .....	156
2.7.1.6 Kommentaar en Conclusie. ....	158
2.7.2 Organicisme en Holisme .....	160
2.7.2.1 Wijsgerig Organicisme: Whitehead en Alexander	162
2.7.2.2 Organicisme en Biologie .....	163
2.7.2.3 Holisme en Evolutie .....	166
2.7.2.4 Kommentaar en Conclusie .....	168
2.8.1 N.Hartmann .....	170
2.8.1.1 Conclusie .....	173
3. Hoofdstuk III : HEDENDAAGSE DISCUSSIE	
3.1 Inleiding .....	176
3.1.1 Systeemtheorie en Finaliteit .....	178
3.1.1.1 Kommentaar en Conclusie .....	182
3.1.2 Cybernetica en Finaliteit .....	187
3.1.2.1 Kommentaar en Conclusie .....	190

3.3	Wetenschapsfilosofische benadering van Teleologieprobleem	197
3.3.1	Reductie van Teleologische Verklaring tot DN-model	198
3.3.2	Braithwaite, Hempel en Nagel	199
3.3.2.1	Braithwaite: Teleologische Wetten	201
3.3.2.2	Nagel	202
3.3.2.3	Hempel	204
3.3.3	Kommentaar en Conclusie	206
4.	Hoofdstuk IV : BIOLOGIE EN TELEOLOGIE	
4.1	Inleiding	214
4.2	Teleologische Verklaring in de Biologie	215
4.2.1	De Teleologische Dimensie van Funkties	216
4.2.2	Functie en Evolutietheorie	218
4.2.3	Teleologie en Evolutietheorie	219
4.2.3.1	Ayala en Ruse	221
4.2.3.2	Larry Wright	223
4.2.4	Kommentaar en Conclusie	225
4.2.4.1	Teleologie als Terugwerkende Causaliteit	225
4.2.4.2	Teleologie, Functie, Adaptatie	226
4.2.4.3	Dubbel Spel met het Begrip Natuurlijke Selectie	229
4.2.4.4	Problemen omtrent Adaptatie	230
4.2.4.5	Conclusie	232
4.3.	Ernst Mayr	233
4.3.1	Kommentaar en Conclusie	236
4.3.1.1	Teleologie, Teleonomie, Teleomatie	236
4.3.1.2	Teleologie als Terugwerkende Causaliteit	239
4.3.1.3	Teleologie en Program	240
4.3.1.4	Dubbel Spel	242
4.3.1.5	Conclusie	245
5	Hoofdstuk V : EVOLUTIE en FINALITEIT	
5.0	Inleiding	246
5.1	Orthogenese	247
5.2	Pogingen tot Verklaring van de Trends	250
5.2.1	Externe Factoren: Natuurlijke Selectie	251
5.2.2	Interne Factoren: Constraints	252
5.3	Kritisch Kommentaar en Conclusie	254
5.3.1	Finaliteit en Evolutie	254
5.3.2	Orthogenese en Finaliteit	255
5.3.3	Orthogenese en Vitalisme	256
5.3.4	Orthogenese en het Teleologie-probleem	258
5.4.	Systeemtheoretische Evolutietheorie	260
5.4.1	Inleiding	260
5.4.2	Principe van Zelf-Regulatie	263
5.4.3	Principe van Zelf-Organisatie	263
5.4.4	Systeemtheoretische Evolutietheorie en Teleologie	264
5.4.5	Kommentaar en Conclusie	266
5.4.5.1	Dubbel-Spel:	266
5.4.5.2	Teleologie als Terugwerkende Causaliteit	267
5.4.5.3	Evolutie als Systeem	267
5.4.5.4	Impliciete Teleologie:	268
5.4.5.5	Zelf-Organisatie, Determinisme en Finaliteit	268
5.4.5.6	De Natuur als Spel	269



5.5.Evolutie en Toeval .....	271
5.5.1 Toeval in de Toren van Babel .....	271
5.5.1.1 Toeval als Niet-Opzettelijkheid .....	274
5.5.1.2 Toeval als Niet-Noodzakelijkheid .....	276
5.5.1.3 Toeval, Teleologie en Contingentie .....	276
5.5.1.4 Toeval en Waarschijnlijkheid .....	278
5.5.1.5 Toeval en Onvoorspelbaarheid .....	278
5.5.2 Evolutie, Toeval en Teleologie .....	279
5.5.3 Conclusie .....	281
5.6.Evolutie, Vooruitgang en Teleologie .....	282
5.6.1 Evolutie en Vooruitgang .....	282
5.6.2 Evolutie, Emergentie, Transcendentie, Creativiteit:	286
5.6.3 Kommentaar en Conclusie .....	287
5.6.5 Algemene Conclusie .....	289
ALGEMENE DISCUSSIE	
1 Retrospectief .....	292
2 Falen van de Herformuleringspogingen .....	296
2.1 Teleologie en Terugwerkende Causaliteit .....	297
2.2 Teleologie en Functionaliteit .....	298
2.3 Impliciete Teleologie .....	299
3 Probleem van Subsumptie .....	302
4 Het Probleem van Herkenning .....	303
5 Het Probleem van Antropomorfisme .....	304
5.1 Niet-Bewuste Doelgerichtheid .....	307
5.2 De Noodzaak van Antropomorfismen .....	308
6 Probleem van het Reductionisme .....	312
7 Evolutie, Teleologie, Toeval en Zin .....	315
7.1 Finaliteit en Causaliteit .....	318
7.2 Causaliteit, Finaliteit en Toeval .....	319
7.3 Evolutie, Toeval en Zin .....	320
7.4 Evolutie en Ethiek .....	321
7.5 Eenheid van Mens en Natuur .....	324
Noten .....	327
Bibliografie .....	376
Summary .....	403



"De onwrikbare wetten zijn ontwricht,  
De rots is vloeibaar, het water wast,  
Verloren is het heilig evenwicht"  
(Sofocles, Medea)

Het uitgangpunt van deze studie was aanvankelijk een onderzoek te doen naar de wortels van de "vervreemding" van de hedendaagse mens, die sedert het begin van deze eeuw, in zo talrijke literaire, wijsgerige en sociaal-psychologische beschouwingen werd en wordt verwoord [1]. De vervreemding van de mens ten opzichte van de Natuur en (daardoor) van Zichzelf, vormt een belangrijk aspect van de hedendaagse cultuurcrisis [2]. Gevoelens van machteloosheid en zinloosheid worden als belangrijke symptomen van deze vervreemding beschouwd [3]. De moderne techniek wordt vaak als een van de belangrijkste oorzaken van deze vervreemding aangemerkt [4]. Het menselijk bestaan is door milieucrisis en bewapeningswedloop bedreigd als nooit tevoren.

Voor al sinds het begin van deze eeuw hebben de wetenschappelijke en technische ontwikkelingen vragen opgeroepen. En dat niet alleen omdat de wetenschap en de techniek een inbreuk op de gevestigde sociale en ethische kaders zouden doen, maar ook omdat de waarheidsclaim van de wetenschap zelf ter discussie komt te staan, mede als gevolg van interne wetenschappelijke ontwikkelingen en wetenschapsfilosofische beschouwingen [5].

Ondanks de verwetenschappelijking en vertechnisering van de maatschappij, blijkt de mens kwetsbaar en machteloos te blijven. En zo lijkt het, dit niet ondanks, maar juist als gevolg van het wetenschappelijke en technische vermogen waarover de mens thans beschikt.

De machteloosheid manifesteert zich enerzijds in het falen van vele technische projecten, in het optreden van onvoorziene gevolgen en in de klaarblijkelijke autonomie van de technische ontwikkeling. De discrepantie tussen de aard en de omvang van het menselijke ingrijpen en de reikwijdte van het menselijke begrijpen, dreigt de mens noodlottig te worden [6]. De hedendaagse techniek lijkt de doel-middelrelatie omgekeerd te hebben: de mens zoekt doeleinden bij de reeds ontdekte middelen. Daarbij laten deze middelen een steeds grotere rationaliteit zien, de doeleinden echter een steeds grotere irrationaliteit.

Anderzijds toont de machteloosheid zich ook daarin, dat de mens niet in staat lijkt de verantwoordelijkheid te dragen, die het (falen van) technisch ingrijpen hem oplegt. In de zogenaamde Eco- en Kosmo-ethiek wordt hij zelfs opgeroepen verantwoordelijk te zijn voor de toekomst van de gehele kosmos [7]. Maar kan de mens een dergelijke kosmische verantwoordelijkheid dragen? Deze verantwoordelijkheid kan hij echter ook niet negeren! In zijn mooie boek "De verdeelde Mens" stelde Oudemans vast: "De mens is gedwongen te leven naar mogelijkheden, die hij niet kan realiseren, maar die hij ook niet terzijde kan leggen" [8].

De techniek maakt de ethische problematiek dus nijpender dan ooit. Maar hier bestaat nu een funeste paradox: enerzijds is het technische kunnen enorm gegroeid - ons arsenaal aan technische middelen en mogelijkheden is ontzagwekkend toegenomen; anderzijds echter is daarentegen onze kennis omtrent algemeen aanvaarde, ethisch behoorlijke doeleinden verschrompeld.

De houding van de hedendaagse mens ten opzichte van techniek en ethiek is dan ook zeer ambivalent. Zoals Van Melsen eens treffend opmerkte: "Het beoefenen van wetenschap en techniek wordt als een noodzaak gezien, maar tevens als een noodlot" [9]. Enerzijds beseft men dat wetenschap en techniek mogelijkheden hebben geopend, die de mens niet ongebruikt mag laten, wil hij zijn menselijke opdracht niet verzaken. Aan de andere kant vreest men dat zij tot de vervreemding en zelfs tot de vernietiging van de mens zullen leiden.

Ook ten opzichte van de ethiek is de houding van de hedendaagse mens zeer ambivalent: er is nimmer een tijd geweest waarin de mens de moraal zo heeft gerelativeerd en hij tegelijk zo heftig op zoek is naar definitie van zijn verantwoordelijkheden.

Deze ambivalentie lijkt een van de belangrijkste oorzaken van de "post-moderne" cultuurcrisis waarin wij verkeren.

Hier moet echter de vraag worden gesteld, of de mens dat wat hij Kan en dat wat hij Behoort, niet overschat [10]. Of hij met andere woorden niet in te overspannen verwachtingen leeft? Plaatst hij zichzelf niet in een positie van machteloosheid - en daardoor van vervreemding - doordat zijn verwachtingen aangaande zijn Kunnen en zijn Behoren veel te hoog zijn? Gezien zijn aanspraken en pretenties, gevoed door wetenschap en techniek, is falen haast onvermijdelijk.

In een eerder artikel [11] probeerde ik aannemelijk te maken dat het wetenschappelijk denken en het technisch handelen uit hun aard de vervreemdingsproblematiek wel moesten oproepen. Dit als gevolg van een radicale verandering in de natuur- en mensopvatting, die door de wetenschappelijke revolutie zijn beslag kreeg [12]. De overschatting van zijn aanspraken met betrekking tot het Kunnen en Behoren van de mens, is de uitdrukking van een mensbeeld, dat ontstaan is als gevolg van een door de wetenschappelijke revolutie, radicaal gewijzigd natuurbeeld.

Mensbeeld en Natuurbeeld zijn immers wederzijds op elkaar betrokken, omdat de vraag wie de mens is, hoe hij zichzelf opvat, mede duidelijk wordt uit zijn natuuropvatting. De wijze waarop de mens het "van nature gegevene" ervaart en beoordeelt - de natuurlijke grenzen interpreteert als zijnde onaantastbaar of juist als flexibel - heeft consequenties voor zijn zelfbeeld, zijn verwachtingen en aanspraken, voor zijn in- resp. over-schatting van zijn vermogens en verantwoordelijkheden.

Een analyse van de ontwikkeling van het Westerse Natuurbeeld bleek in verband met een onderzoek naar de wortels van de vervreemding dus zeer relevant.

In de Renaissance vindt een omwenteling in het wereldbeeld plaats, die we kunnen karakteriseren met "definalisering van de kosmos". Hierdoor werd de Middeleeuwse moreel-normatieve

kosmische orde, waarin de Natuurwet tegelijk ook een morele wet was, ontluisterd. De oorspronkelijke relatie tussen het Zijn en het Behoren werd verbroken. In Middeleeuwen was de Natuur immers ook waardebepalend: bindende norm voor het natuurlijke, gezonde, juiste en goede, waarvan maatstaven voor het menselijke handelen waren af te leiden. In de Nieuwe Tijd is de Natuur niet langer bindende norm, maar wordt zij tot grondstof die de mens moet omvormen en beheersen. Maar niets waarborgt meer het juiste gebruik van zijn vrijheid en macht [13]. Door de successen van de wetenschappelijke revolutie werd de breuk tussen het Zijn, Kunnen en Behoren, bekrachtigd en tenslotte (schijnbaar) gelegitimeerd. Beschouwingen over ethiek en waarden worden sedertdien in toenemende mate als "subjectieve en filosofische speculatie" aangemerkt.

Door wetenschap en techniek werd dus enerzijds het menselijke kunnen enorm vergroot en daarmee overeenkomstig zijn verantwoordelijkheden en de behoefte aan algemeengeldige normen; Anderzijds werd, juist ook door toedoen van wetenschap en techniek, de ethische discussie tot slechts "subjectieve spekulatie" gediskwalificeerd.

In de hierna volgende Inleiding zullen we in het kort een aantal aspecten van deze omwenteling in het wereldbeeld schetsen, aangezien ze het kader vormt voor de problematiek van evolutie en finaliteit, die wij in deze studie nader willen onderzoeken. Duidelijk zal worden dat in de Mens- en Natuuropvatting, zoals die zich sedert de Renaissance uitkristalliseert, en in de Verlichting van de 18de eeuw wordt geradicaliseerd, de kiem besloten ligt van een paradox, die naar mijn mening de grondslag vormde voor het manifest worden van de vervreemdingsproblematiek in de negentiende eeuw. Met name de paradoxale positie van de mens als doelstrevend en doelbewust wezen te midden van - en als product van - een gedefinaliseerde Natuur, werd manifest door het opkomende evolutionisme.

Hoewel het Darwinisme door velen werd en wordt beschouwd als de bekroning van de mechanistische natuuropvatting - nu ook met succes op de levende natuur toegepast! - vormde zij impliciet ook de ondermijning ervan, omdat ze deze paradox blootlegde. De evolutiegedachte was daardoor mede oorzaak van het acuut worden van de vervreemdingsproblematiek, die juist ook in deze tijd als wijsgerig en maatschappelijk probleem werd gethematiseerd. Deze consequentie van het evolutionisme, inspireerde mij om mijn onderzoek te richten op de plaats van de teleologie in de hedendaagse evolutietheorie. Samenvattend: uitgaande van de vervreemdingsproblematiek stuitte ik in mijn onderzoek op het probleem van de finaliteit in de natuur en vervolgens op het probleem van de finaliteit in de evolutie. Dit laatste probleem vormt dan ook het eigenlijke onderwerp van deze dissertatie.

Sinds enige tijd staat het probleem van de teleologie in verband met de biologie en de evolutie opnieuw ter discussie. Dit mede als gevolg van het feit dat de neo-Darwinistische, synthetische evolutietheorie van verschillende zijden onder kritiek is komen te staan. Door deelnemers aan dit debat worden voortdurend

en op terloopse wijze, termen als "doelgericht", "doeloorzaak", "toeval", "noodzakelijk", gebruikt, zonder dat deze, wijsgerig zwaar-belaste termen, op adequate wijze worden gedefinieerd of geanalyseerd. Het is onder meer de bedoeling van deze studie om enige helderheid te verschaffen in de betekenis(sen) van deze fundamentele begrippen, op basis van een historische en wijsgerige analyse van het teleologie-probleem. De problemen omtrent de teleologie zijn van groot belang voor een beter begrip van de evolutietheorie en omgekeerd is de evolutietheorie van belang voor een beter inzicht in het probleem van de teleologie.

Eerst zal in de nu volgende Inleiding kort de ontwikkeling van de Westerse Natuuropvatting worden geschetst, opdat enig enig inzicht verkregen wordt in de, tijdens Renaissance en Verlichting optredende, cruciale veranderingen in het Wereldbeeld, die de grondslag vormden voor bovengenoemde paradox.

Schets van de Ontwikkeling van het Westerse Natuurbeeld

1. Het Antieke-Middeleeuwse Wereldbeeld

De Kosmos als Organisme

"Het goede is datgene waarnaar alles streeft" (Aristoteles).

Een belangrijk aspect van het Griekse wereldbeeld was het geloof in de onverbreekelijke relatie tussen mens en natuur, tussen mikrokosmos en makrokosmos. De mens werd opgevat als een mikrokosmos, wiens handelen in overeenstemming diende te zijn met de moreel-normatieve makrokosmos. Niet alleen de mens, doch de gehele makrokosmos werd begrepen als een bezielde organisme. Deze opvatting had ook consequenties voor het morele handelen van de mens. De grootste ondeugd voor de Griek was de hybris: de hoogmoedige schending van de kosmische orde [14].

Verskil van opvatting bestond overigens wel over de vraag naar de totstandkoming van deze kosmische orde. Met betrekking tot de oorzaken voor het bestaan en ontstaan van de doelmatige kosmische orde bestonden twee opvattingen:

1) De teleologische natuurbeschouwing van met name Aristoteles. Volgens deze opvatting is de orde en de regelmaat in de kosmos te wijten aan doelloorzaken, die antwoord geven op de vraag naar het "omwille waarvan" de natuurverschijnselen zo zijn. Al wat gebeurt, zowel in het handelen van de mens als in de processen van de natuur, gebeurt uiteindelijk omdat het goed is: "Het goede is datgene waarnaar alles streeft" (EN,1094a3); Deze opvatting zou een belangrijke rol spelen in de natuurbeschouwing van de Middeleeuwen.

2) Daartegenover stond de opvatting van Demokritos, vaak, maar niet geheel terecht, de mechanistische genoemd. Het ordelijke en doelmatige in de natuur is volgens deze opvatting, het resultaat van toeval ("tyche") en blinde noodzaak ("ananke"). Zij doet geen beroep op doelloorzaken. Deze opvatting zou vooral in de Nieuwe Tijd herleven.

Met de tegenstelling tussen Aristoteles en Demokritos begint het tot op heden voortdurende debat tussen de voorstanders en tegenstanders van de teleologische beschouwingswijze.

Ook in de opvattingen van de Stoa, die een belangrijke rol hebben gespeeld in de vorming van het Romeinse en Christelijke Natuurbeeld van de Middeleeuwen, is de kosmos een levend en bezielde

organisme, dat wil zeggen een gestructureerd geheel, waarin ieder ding, ieder organisme, elke mens, volgens zijn rangorde een welbepaalde functie had. Alles droeg daardoor bij tot de harmonische orde van het geheel: alles is doelmatig op elkaar afgestemd.

Door de werkzaamheid van Christelijke theologen werd het Griekse gedachtengoed tot inspiratiebron van het denken van de Middeleeuwen. De oorspronkelijk Griekse opvatting van een moreel-normatieve, finaal georiënteerde natuuroorde bepaalde ook het Middeleeuwse wereldbeeld. Een fundamenteel (theologisch) teleologische opvatting ligt aan dit Middeleeuws wereldbeeld ten grondslag: God is de Schepper en het Goede omwille waarvan de schepping en, in het bijzonder, de mens bestaat. De doelmatige en doelgerichte kosmos is dus de uitdrukking van een Plan van een doel-bewuste maker, God. Niet alleen de mens, maar alle geschapen dingen streven naar een "similitudo divina", waardoor zij zichzelf verwerkelijken.

De natuurlijke dingen zijn op weg naar voltooiing, vervolmaking, actualisering van hun wezen, hun natuur. Het begrip "natuur" was dus vooral een normatief begrip. De natuur verwees niet alleen naar de feitelijke werkelijkheid, maar ook naar datgene wat de dingen behoren te zijn; ze was als "wezen", het doel dat de dingen in hun streven naar zijnsvoltooiing trachten te bereiken.

Ook deze opvatting had consequenties voor het morele handelen van de mens. De teleologische ethiek van de Middeleeuwen is, evenals die van Aristoteles, een ethiek van zelf-verwerkelijking. Deugdzaam handelen betekende handelen overeenkomstig de normatieve Natuurwet, die een afspiegeling vormt van de Goddelijke eeuwige Wet. Het moreel juiste handelen dient "natuurlijk", dat wil zeggen "norm-aal" te zijn. De Middeleeuwse natuuropvatting is dus ethisch normatief: Zijn en Behoren, Kunnen en Kennen vormden nog een onlosmakelijke eenheid. De hedendaagse scheiding tussen "subjectieve" Waarde en "objectief" Feit, tussen Kennis en Ethiek bestond nog niet [15].

Op het einde van de Middeleeuwen en, in toenemende mate tijdens de Renaissance, werden de oorspronkelijk Aristotelische grondslagen van dit Wereldbeeld aan een toenemende kritiek van zowel theologische, wijsgerige als wetenschappelijke aard, blootgesteld [16]. Een belangrijke rol hierbij werd gespeeld door de nominalistische kritiek op het Aristotelische oorzaak- en bewegingsbegrip, en met name ook op het concept van de doelloosheid [17]. De opvatting ontstaat dat toekenning van doeloorzaken een vorm is van antropomorf denken.



## 2. Het Moderne Wereldbeeld

### De Kosmos als Machine

"All the wheels move as harmoniously as possible"  
(Nicolaas van Oresme).

Binnen het kader van de toenemende scepsis ten opzichte van het gezag van Aristoteles kon tenslotte de wetenschappelijke methode als dominante methode van kennisverwerving naar voren komen, die de eeuwenoude dominantie van Aristoteles' natuurfilosofie definitief zou ondergraven. Het zijn vooral Buridanus, Oresmus, Cusanus, Copernicus, Kepler, Bruno en Galilei geweest die beslissende bijdragen hebben geleverd aan de reconstructie van het wereldbeeld [18].

In de Renaissance vond geleidelijk aan een omwenteling plaats in het Mens en Natuurbeeld. Terwijl het Middeleeuwse wereldbeeld theocentrisch, organicistisch en teleologisch was georiënteerd, is het wereldbeeld van de Nieuwe Tijd antropocentrisch, mechanistisch en causalistisch van karakter. We zullen een aantal van deze aspecten hier in het kort moeten schetsen, aangezien ze het kader vormen voor de problematiek van de evolutie en de finaliteit, die wij in deze studie nader willen onderzoeken. Met name zal duidelijk worden dat in de Mens- en Natuuropvatting, zoals die zich sedert de Renaissance gaat uitkristalliseren, en die in de Verlichting van de 18de eeuw wordt geradicaliseerd, de kiemen besloten liggen voor een tweetal paradoxen, die naar mijn mening de grondslag vormden voor de in de negentiende en twintigste eeuw manifest wordende vervreemdingsproblematiek, en die de basis vormt voor wat hedentendage wel de "post-moderne crisis" wordt genoemd. Deze paradoxen kwamen aan het licht als gevolg van het evolutionisme van de negentiende eeuw.

Met name de volgende aspecten zijn hier van belang: de secularisering van de Wereld, de mechanisering en mathematisering van de Kosmos, de definalisering van de Natuur, de dynamisering en reductie van het natuurbegrip, de subjectivering van de Waarden.

## 2.1 Secularisering van de Wereld

"Opdat ge als vrije en soevereine kunstenaar Uzelf boetseert en modelleert in die vorm, die ge verkiest" (Pico della Mirandola).

Het moderne wereldbeeld wordt gekenmerkt door een antropocentrische oriëntatie. De mens probeerde niet meer door gebed en arbeid het heil te verdienen ná dit leven, doch door actief in te grijpen in de natuurorde het heil reeds in het hier en nu te realiseren: nood, ellende, lijden, ziekte en zelfs de dood uit te bannen [19]. De antropocentrische oriëntatie komt tot uitdrukking in de nadruk op het individu, zoals reeds in het persoonlijkheidsideaal van de humanistische beweging, maar ook in het beroep op het eigen geweten van de reformatorische beweging tot uitdrukking komt. Hier breekt baan de eerste aanzet van de ontwikkeling van het autonome subjekt, zoals dat in het Verlichtings-denken gestalte zal krijgen: door geen dogmas of tradities gehinderd, slechts geleid door het licht van de Rede [20].

De mens gaat zich steeds meer oriënteren op het Hier en Nu en gaat zich beschouwen als Schepper van zijn Wereld. Deze nieuwe houding werd wel het beste verwoord door Pico della Mirandola in zijn "Oratio De Hominis Dignitate", waarin God aan Adam het volgende meedeelt: "Voor alle andere wezens is de Natuur vast omljnd en binnen de door Ons voorgeschreven Wetten beperkt. Gij zult die voor Uzelf bepalen, door geen grenzen belemmerd, naar eigen vrije Wil, die ik U heb toevertrouwd... opdat ge als vrije en soevereine kunstenaar Uzelf boetseert en modelleert in die vorm, die ge verkiest" [21].

## 2.2 Mechanisering en Mathematisering van de Kosmos

"Het boek van de natuur is in wiskundige taal geschreven" (Galilei).

De Nieuwe Tijd wordt gekenmerkt door de mechanisering van de Natuur: Het beeld van de kosmos als een bezielde, doelstrevende organisme, wordt vervangen door het beeld van de kosmos als een dood, blindgestuurd, mechanisme: de kosmos als machine. Het Machinemodel wordt als paradigma voor (de verklaring van) de kosmische orde geaccepteerd: "Weten is Maken" [22].

Deze mechanisering gaat gepaard met een mathematisering van de Natuur. De wiskunde werd het model van zekere (en ware) kennis;

alle wetenschappen dienden naar haar model te worden geformuleerd en de wetenschap waarin deze mathematisering het meest succes had, was in die tijd de mechanica [23]. Weten werd Meten: het kwantitatief bepaalbare, meetbare en berekenbare, wordt allengs als het essentiële en kennis-relevante aspect van de natuur beschouwd. Slechts de kwantificeerbare, meetbare aspecten van de werkelijkheid kunnen een wetenschappelijke verklaring garanderen. Slechts de kwantitatieve aspecten van de werkelijkheid worden als objectief beschouwd.

De mathematische benadering van de Natuur associeerde zich met een demokritisch-atomistische natuuropvatting [24]. Gepoogd werd alle, zowel kwantitatieve als kwalitatieve, verandering te begrijpen als resultaat van de lokale beweging, van kwalitatief gelijk, maar kwantitatief verschillende atomen.

In de loop van de ontwikkeling van het moderne denken wordt de natuur steeds meer gereduceerd tot object van natuurwetenschappelijk onderzoek en tot object van beheersing. Dit resulteert in een fundamentele reductie van het natuurbegrip: datgene wat binnen de natuurwetenschappelijke verklaring als relevant verschijnt, wordt als het enig echte beschouwd; de werkelijkheid is "niet meer dan" datgene wat wetenschappelijk relevant is, dat wil zeggen het kwantificeerbare, het herhaalbare en het wetmatige. De wetenschappelijke kennis verkrijgt een monopoliepositie met betrekking tot het antwoord op de vraag hoe zekere en (dus?) ware kennis te verwerven is. Maar de wetenschap brengt van haar object slechts dat aan het licht wat binnen het kader van haar methode relevant is [25].

### 2.3 Definalisering van de Natuur

"The inquiry of final causes is a barren thing,  
or a virgin consecrated to God" (Bacon).

Een van de belangrijkste aspecten van de "mechanisering van het wereldbeeld" is de definalisering van de Natuur. Het zoeken naar doelloorzaken wordt om diverse redenen als irrelevant beschouwd en een immanente natuurfinaliteit wordt afgewezen. In de Natuur gelden slechts werkoorzaken; doelloorzaken gelden alleen voor het Goddelijke en menselijke handelen [26]. Natuurlijke doelloorzaken worden als een antropomorfe fictie beschouwd, en als wetenschappelijk overbodig afgewezen. Niet de vraag naar het doel, waarom de dingen zich zo en zo gedragen, maar de vraag naar het hoe, waardoor de dingen zich zo gedragen, wordt de wetenschappelijke vraagstelling. De vraag naar het wezen of de natuur der dingen, en naar het doel en waarom der dingen werd vervangen door de beschrijving van het "hoe" en "waardoor". De hoe-vraag werd bovendien in wiskundige termen gesteld, en de antwoorden in functionele vergelijkingen uitgedrukt [27]. Als gevolg van deze mathematische

ring, werd de causale relatie tenslotte ook als een logische implicatie beschouwd; de effecten volgen even noodzakelijk uit de oorzaken, als de conclusies uit de premissen.

Natuurwet in normatieve betekenis, als essentie, als telos, als streven naar zelfverwerkelijking, wordt vervangen door natuurwet als (mathematische) beschrijving van een functionele relatie tussen oorzaak en effect.

Kennis van doelloorzaken werd voor de mens ook onbereikbaar geacht, omdat doelloorzaken werden beschouwd als de bedoelingen van God. In de kritiek op het teleologieconcept wordt impliciet voorondersteld dat voor teleologie, een anticiperend bewustzijn noodzakelijk is. Het probleem van de teleologie wordt eigenlijk beschouwd als een probleem voor de theologie. Aangezien een beroep op goddelijke doelloorzaken in de wetenschap niet kan worden toegestaan, werd daarmee de gehele teleologie uit de wetenschap en de Natuur verbannen [28].

Een eigen finaliteit in de Natuur werd ook verworpen, omdat deze niet meer overeenstemde met het zelfbeeld van de mens, als vrij en scheppend individu, die in de maakbaarheid van de natuur begon te geloven. De herformulering van Natuur- en Oorzaakbegrip had immers ook een fundamenteel praktisch motief. De voorgestelde natuuropvatting maakte voorspellingen en daardoor beheersing mogelijk. Weten werd ook Beheersen. Daartoe moest de mens kennis krijgen van de natuurwetten, waaraan de natuur zelf gehoorzaamt. Een eigen finaliteit van de Natuur leek in strijd met de menselijke wens om de natuur in dienst te stellen van menselijke doeleinden.

#### 2.4 Dynamisering van de Natuur

"Nature to be commanded must be obeyed" (Bacon).

Sedert de Nieuwe Tijd wordt de Natuur niet langer opgevat als een onaantastbare, door God geschapen orde, maar als een "veld van mogelijkheden", waarvan de natuurlijke grenzen flexibel zijn en waarin de mens, als schepper, zijn doeleinden kan realiseren met behulp van door de natuurwetenschap ontdekte wetmatigheden. De natuur wordt tot een middel, tot een grondstof die de mens naar believen kan gebruiken. Deze nieuwe visie werd wel het best verwoord door Bacon, die zegt dat, om de natuur te kunnen beheersen, "we de natuur moeten martelen om haar haar geheimen te ontfutselen". Kennis van de Natuur geeft ons de macht om de Natuur te beheersen en te manipuleren ten behoeve van onze doeleinden, te weten, het welzijn van de mens hier en nu, om zo een hemel op aarde te scheppen "The entrance into the kingdom of man, founded on the sciences, being not much other than the entrance into the kingdom of heaven" [29].

Newton zette de kroon op de mechanische filosofie: Zijn "Philosophia Naturalis Principia Mathematica" (1687), maakte volgens vele van zijn tijdgenoten het aannemen van een immanente natuurfinaliteit volstrekt overbodig: alles kon worden verklaard door blind werkende en noodzakelijke natuurwetten. Een rol aan God toe te kennen leek een overbodige hypothese.

Newton vertelt ons hoe, volgens welke wetmatigheden, de kosmos werkt, maar niet waarom ze zo werkt. Over het eigenlijke waarom kan geen uitspraak worden gedaan: "Hypotheses non fingo" [30].

## 2.5 Subjectivering der Waarden

Door het succes van de wetenschappelijke verklaringsmethode, werd de wetenschappelijke methode tenslotte beschouwd als de enige weg tot zekere, dat wil zeggen voorspelbare en beheersing mogelijk makende kennis, of als de enige weg tot waarheid. Kennis omtrent het wezen der dingen en omtrent normen en waarden, werd beschouwd als niet objectief wetenschappelijk, en als slechts subjectieve speculatie. Daardoor ontstond een toenemende dichotomie tussen "objectief feit" en "subjectieve waarde", die evenals het Cartesiaanse dualisme tussen geest en stof onoplosbaar leek. Waarde en feit, stof en geest, lichaam en ziel, mens en natuur, komen tegenover elkaar te staan. Kennis van een objectieve en normatieve sacrale kosmische orde wordt steeds meer onbereikbaar en onmogelijk geacht. De sedert de Renaissance toenemende nadruk op de autonomie van het subject komt in toenemende mate op gespannen voet te staan met deze ontwikkelingen in het wereldbeeld. Enerzijds acht de mens zich steeds meer de maker van de wereld, anderzijds acht hij zich steeds minder in staat om een objectieve werkelijkheid te kennen en objectieve doeleinden te formuleren waarnaar zijn handelen gericht kan worden [31]. Enerzijds is zijn besef van mogelijkheden enorm toegenomen, door de dynamisering van de natuuropvatting; anderzijds is zijn besef van wat wel en niet behoort evenredig afgenomen en dit door de definalisering van het natuurbegrip, en de subjectivering van waarden. Beide waren het resultaat van de wetenschappelijke revolutie.

Leibniz is een van de weinigen, die het zoeken naar doelloorzaken in de wetenschap wel zinvol achtten. Hij achtte het Mechanisme eenzijdig. Hij poogde de doelloorzakelijkheid met de werkoorzakelijkheid te verzoenen. Alleen omdat de wereld de uitdrukking is van een Goddelijke voorbeschikte harmonie, is zij begrijpelijk. De geschriften van Leibniz vormden een belangrijk uitgangspunt voor de "Natuurlijke Theologie", die de dreigende atheïstische en amorele consequenties van het Newtonianisme trachtte in te dammen.

## 2.6 De Natuurlijke Theologie en de Teleologie

"Il faut bien que la Sagesse de Dieu se soit montrée dans l'économie générale du monde et dans la constitution des lois de la Nature" (Leibniz).

De Natuurlijke Theologie wilde de christelijke openbaring met de wetenschap verzoenen. De fysica van Newton is volgens haar niet in tegenspraak met het bestaan van God. Integendeel, evenals een doelmatig en wetmatig werkende machine een ontwerper veronderstelt, zo ook moeten we op basis van de wetmatigheid en doelmatigheid van het natuurlijke systeem, het bestaan van een Goddelijke Schepper aannemen. God bemoeit zich overigens niet meer met de gang van zaken. Hij laat de kosmos volgens haar eigen wetmatigheden verder ontwikkelen.

Vooraf in de 18de eeuw werd dit "Argument of Design", de stelling dat het bestaan van God bewezen kan worden op grond van de wetmatigheid en doelmatigheid van de natuur, en met name ook op grond van de doelmatige adaptatie van de levende organismen, zeer populair. Het is binnen het kader van dit gedachtengoed, dat de evolutietheorieën ontstaan: zij trachtten een natuurlijke verklaring in plaats van een boven-natuurlijke verklaring te geven voor het verschijnsel van organische doelmatigheid.

## 3. De Verlichting

### Historisering van het Wereldbeeld

"Natur!, Sie schafft Ewig neue Gestalten.  
Es ist das ewig Eine, das sich vielfach offenbart" (Goethe).

In de Achttiende eeuw treedt opnieuw een verandering in het Mensbeeld en Natuurbeeld op [32].

1) De dimensie van de Tijd werd ontdekt, dat wil zeggen dat men de maatschappij, de cultuur en ook de natuur in hun historische dimensie ging beschouwen. Noch de Natuur, noch de Maatschappij, noch de Mens waren onveranderlijke gegevenheden, maar het resultaat van een historische ontwikkeling, die nog steeds voortgang vindt.

2) Het zelf-beeld van de mens, als schepper van zijn wereld, dat zich sinds de Renaissance ontwikkelde, wordt tijdens de Verlichting geradicaliseerd. Van de ene kant wordt in toenemende mate de nadruk gelegd op de autonomie van het subject, die zichzelf de (zedes)wet stelt en de grond is van alle kennis. Van de andere kant werd evenals de Natuur, ook de Mens als "maakbaar" beschouwd, die door middel van opvoeding, maatschappelijke en economische organisatie te veranderen valt en zo een "tweede natuur" verkrijgt.

Als gevolg van het succes van de natuurwetenschappelijke methode, zoals die in de fysica van Newton gestalte had gekregen, trachtte men niet alleen de natuur op wetenschappelijk rationele wijze te verklaren en te beheersen, maar werden ook mens en maatschappij wetenschappelijk verklaarbaar en maakbaar geacht. Naarmate de buitenmenselijke natuur, onder invloed van de wetenschappelijke en technische revolutie, steeds minder als onaantastbaar, steeds meer als een manipuleerbaar veld van mogelijkheden werd beschouwd, vatte de mens ook zijn eigen natuur steeds meer als "maakbaar" op.

Door deze ontwikkelingen werd tijdens de Verlichting de kiem gelegd van een onoplosbare paradox: de Mens was tegelijk een Autonoom subject, dat zichzelf de wet stelt en centrum is van Kennis en Kunnen, en een Object dat onderworpen is aan de manipulaties door Wetenschap en Techniek.

De opvatting omtrent de maakbaarheid van de mens leidt tot zijn rationele en technocratische beheersing die hem tenslotte onderwerpen aan de onvoorwaardelijke eisen van de "autonome" en "noodzakelijk" ontwikkelingen van onze gecompliceerde, gerationaliseerde, technocratische samenleving. Het is deze paradox die in de problematiek van de vervreemding gestalte krijgt. Het is overigens ook deze paradox die in de hedendaagse discussies over het zogenaamde "Postmodernisme" centraal staat.

Deze paradox van de Mens als, enerzijds, autonoom en doelstellend, teleologisch Subject en, anderzijds, als maakbaar Object en product van een ateleologische Natuur, kon voorlopig nog verhuld blijven binnen het kader van een dualistische metafysica. Maar door de historisering van het wereldbeeld tijdens de Verlichting en de daaruit resulterende evolutiegedachte, waardoor de eenheid van mens en natuur benadrukt ging worden, werd deze paradox expliciet en mede aanleiding van het acuut worden van de vervreemdingsproblematiek in de negentiende eeuw.

De historisering van het Natuurbeeld, die een belangrijke voorwaarde vormde voor het ontstaan van de evolutiegedachte, was wel voornamelijk het gevolg van twee ontwikkelingen: 1) allereerst van het zogenaamde Vooruitgangsgeloof dat zich in de loop van de 18de vormde, en 2) op de tweede plaats, van de ontdekkingen in de geologie en de herwaardering van de fossielen [33].

### 3.1 Vooruitgangsgeloof

"Thus every Part was full of Vice  
Yet the whole Mass a Paradise" (Mandeville).

De historisering van het wereldbeeld werd sterk beïnvloed door het zich vormende "vooruitgangsgeloof", zoals dat in de loop van de 18de eeuw gestalte kreeg onder invloed van wetenschappelijke en maatschappelijke ontwikkelingen. Vooral de eigen dynamiek van de wetenschappelijke vooruitgang en de toepassing van haar resultaten op de maatschappelijke ontwikkelingen, deden de gedachte postvatten dat de mensheid deel uitmaakt van een onbegrensd, historisch proces, waarbij zij tot steeds grotere volmaaktheid zou opstijgen [34]. De "Gouden eeuw" ligt niet achter ons, maar in de toekomst, zo beweerden "les modernes".

Het vertrouwen in de menselijke rede en in een betere toekomst was grenzeloos. Het utopisch geloof van de Renaissance werd een geloof in de praktische realiseerbaarheid van deze utopieën. Met behulp van de wetenschap lijkt het mogelijk een paradijs op aarde te scheppen. De mens is te vervolmaken door verandering van de maatschappij, van regeringsvormen en van het opvoedingssysteem. Het ethische denken komt sterk onder de invloed van het utilitarisme te staan, waarin het nastrevenswaardige goede het grootst mogelijke geluk voor een zo groot mogelijk aantal mensen is [35].

Mede door de impuls van dit vooruitgangsgeloof ontstaat het historisch bewustzijn: men acht deze maatschappij niet een voor eens en altijd gegeven constellatie, maar het product van een historische ontwikkeling, die men in staat is te sturen. Het vooruitgangsgeloof droeg daardoor bij tot het scheppen van een geestesklimaat dat gunstig was voor het ontstaan en de aanvaarding van de evolutietheorie.

### 3.2 Historisering van de Natuur

"And all that rises, rise in due degree" (Pope).

Toen het denkbeeld van de evolutie van de menselijke gemeenschap vorm kreeg, ontstond eveneens de idee van een biologische en van een kosmische evolutie.

De historisering van het wereldbeeld werd sterk beïnvloed door de studie van de fossielen en de geologie. De fossielen werden steeds algemener aanvaard als overblijfselen van uitgestorven organismen in plaats van als spelingen der natuur. Zowel de aarde als haar bewoners bleken een geschiedenis te hebben!



Door bovengeschetste maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen, werd de Natuur geleidelijk gehistoriseerd: de natuur wordt gezien als een ontwikkelingsproces, van lagere tot hogere zijnden.

Mede onder invloed van ontwikkelingen in de biologie, met name met betrekking tot problemen van de embryogenese en de regeneratie ging men in toenemende mate pleiten voor het aannemen van een zelf-organiserend vermogen in de natuur. Hierdoor leek de stelling van een externe Organisator van de natuur, overbodig te worden. "Je n'avais pas besoin de cette hypothèse là, Sire" deelt Laplace aan Napoleon mee, op diens vraag naar de plaats van God in zijn theorie. Kritiek op het "argument of design" van de Natuurlijke Theologie bleef dan ook niet uit. Hierdoor geraakte het mechanistische model in een paradoxale situatie: De machine verloor zijn maker; de doelmatigheid werd doelloos. De tijd was rijp voor de ontwikkeling van evolutietheorieën.

Mede naar aanleiding van de ontwikkelingen in de biologie, met betrekking tot de embryogenese, gaf Kant een uitgebreide kritiek van de Natuurlijke Theologie, en onderwierp hij het probleem van de teleologie aan een uitvoerige analyse. Hij komt tot de slotsom dat teleologie, niet in de wetenschap en met name niet in de biologie, gemist kan worden. Naar zijn mening sluiten causaliteit en finaliteit elkaar geenszins uit: de mechanische wetmatigheden die het universum beheersen zijn niet in tegenspraak met het teleologische argument.

We zullen uitvoerig bij Kant stil moeten staan, omdat zijn analyse ons verschillende argumenten aanreikt die ook voor de beoordeling van de hedendaagse discussie van belang zijn.

### 3.3 Evolutionisme

"The selecting power of nature is infinitely wise compared to those of man" (Darwin).

In de negentiende eeuw schiep de beweging van de "Romantische Natuurphilosophie", door haar historische natuuropvatting, waarin de natuur als een dynamisch proces in ontwikkeling werd gedacht, een geestesklimaat waarin de evolutietheorie kon gedijen. In deze periode kreeg het evolutionaire denken zijn vorm, zoals blijkt uit de geschriften van oa Lamarck, Chambers, Wallace en Darwin. De diverse evolutietheorieën trachtten een naturalistische oplossing te geven van de doelmatigheid in de (levende) natuur, die voor de Natuurlijke Theologie juist een bewijs van Gods bestaan had gevormd [36].

The publication of the 'Origin of Species' marked an epoch in the development of natural sciences...the combi-

nation of the very words origin and species embodied an intellectual revolt (Dewey) [37].

Door velen wordt Darwin beschouwd als degene die het teleologische denken in de biologie overbodig maakte. Volgens Haeckel was Darwin de "nieuwe Newton", die ook het organische in strikt mechanistische termen zou hebben verklaard. Ook door hedendaagse biologen wordt hij als zodanig beschouwd:

Wir erblicken in Darwins Entdeckung der natürlichen Zuchtwahl im Kampfe um das Dasein den schlagendsten Beweis für die ausschliessliche Gültigkeit der mechanisch wirkenden Ursachen auf dem gesamten Gebiete der Biologie, wir erblicken darin den definitiven Tod aller teleologischen und vitalistischen Beurteilung der Organismen [38].

Pittendrigh schreef in dezelfde trant: "Darwin [...] offered a program for the explanation of adaptation that was entirely free of teleology and thus conformable with the dominant scientific conceptual scheme - that of physics" [39]. En Spaemann zegt "Darwin hatte jede Teleologie als unwissenschaftlich aus der Biologie ausgeschlossen" [40].

Het levende organisme is in mechanistische termen te verklaren. Ofschoon een definitie van "mechanistisch" meestal achterwege bleef, werd de term meestal in tegenstelling tot "teleologisch" bedoeld. Het Darwinisme is voor velen daarom een mechanistische verklaring van het levende, omdat het de levende organismen als toevallig resultaat van natuurwetmatigheden beschouwt en niet als gevolg van Goddelijke "doeloorzaken".

De evolutieleer, met haar grote nadruk op het toeval, leek de idee van Schepping overbodig te maken. Hierbij werd het fundamentele onderscheid tussen scheppingscausaliteit en wetenschappelijke causaliteit echter over het hoofd gezien [41]. Met de verwerping van een Goddelijke Schepper werd en passant alle finaliteit uit de natuur en elke teleologische verklaring ervan als overbodig beschouwd. Deze misvatting heeft van het begin af aan de discussie over de finaliteitsproblematiek vertroebeld. Het betrof vaak veel meer een discussie over het wel of niet bestaan van God. Darwin zelf blijkt overigens zeer ambivalent over het onderwerp.

### 3.4 Paradox

"Que deviendra donc l'homme? Sera-t-il égal à Dieux ou aux bêtes?" (Pascal).

Enerzijds betekende de evolutietheorie voor velen dus de bekroning van het mechanisticistische programma, nu ook met succes toegepast op de levende natuur. Anderzijds vormde de evolutietheorie echter een ondermijning van het mechanicisme, omdat de door de evolutietheorie veronderstelde eenheid van mens en natuur, het dualisme tussen een doelstellende geest en een ateleologische natuur, onhoudbaar maakte [42]. Dit werd met name duidelijk op het moment dat men ook de afstamming van de mens op basis van de evolutietheorie poogde te verklaren. Aangezien ook de mens product is van de in mechanistische termen begrepen, ateleologische evolutie, moesten ook zijn kenvermogens, zijn ethische besef en zijn religieus bewustzijn, zijn cultuur en zijn geschiedenis, als het resultaat van mechanische oorzakelijkheid opgevat worden. Religie, Moraal en Recht zijn niets anders dan instrumenten in dienst van de overleving van de soort en ontwikkelen zich even "doelloos" als de soorten in de evolutie.

Door de evolutietheorie werd de eerder genoemde paradox - tussen enerzijds de gedefinaliseerde Natuur en anderzijds de mens als een doelstrevend wezen - expliciet gemaakt en daardoor werd de discussie omtrent de finaliteit van de natuur in een nieuw perspectief geplaatst. Omdat de evolutietheorie deze paradox manifest maakte vormde ze, eerder dan een bekroning, juist de ondermijning van de mechanistische, a-teleologische natuuropvatting.

De door de evolutietheorie veronderstelde eenheid van natuur en mens confronteert de mens immers met de vraag of hij dan ook niet meer is dan een blind-werkend en volkomen manipuleerbaar object. Of hij met de woorden van Nobelprijswinnaar Monod

must realize that, like a gipsy, he lives on the boundary of an alien world [...that] is as indifferent to his hopes as it is to his suffering or his crimes... Man at last knows that he is alone in the unfeeling immensity of the universe, out of which he emerged only by chance. Neither his destiny nor his duty have been written down. The kingdom above or the darkness below: it is for him to choose [43].

De poging om de evolutie te verklaren in mechanistische termen, raakt dus in conflict met de fundamentele menselijke ervaring van doelbewustheid, vrijheid en verantwoordelijkheid, indien we deze tenminste niet als illusies wensen te beschouwen. Het is niet onwaarschijnlijk dat door het manifest worden van deze paradox tussen mens en natuur, ook de vervreemdings-problematiek acuut

werd. Het is een opvallende "metabole" coincidentie dat juist in het jaar dat Darwin zijn eerste ideeën over de evolutie optekende, in 1844, Marx bezig was aan zijn zogenaamde "Frühschriften", waarin de problematiek van de vervreemding centraal staat [44].

Door de evolutietheorie moet dus ofwel de mens worden gedefinieerd, ofwel de natuur op een of andere wijze gefinaliseerd! Dat is de fundamentele uitdaging die de evolutietheorie ons stelt.

### 3.5 Hedendaagse Evolutietheorie

"Evolutionary theory breathes new life into teleology" (Falk).

Ook de hedendaagse evolutietheorie wijst finaliteit in de evolutie af, en beweert dat de trends in de evolutie het gevolg zijn van toeval en van het opportunistische karakter van de natuurlijke selectie, niet van doelloosheid of finaliteit.

Maar bovenstaande paradox verschijnt opnieuw wanneer we horen dat verschillende evolutiebiologen - en niet de eersten de besten - beweren dat in de mens de evolutie zich van haar bestemming bewust wordt. Zo beweerde Huxley dat

Die Bestimmung des Menschens ist von der Evolutionsbiologie verständlich gemacht worden: Er soll die Wirkkraft des Weltprozesses der Evolution sein, die einzige Kraft, die fähig ist, diesen Prozess zu neuen Höhen zu führen und ihn in den Stand zu versetzen, neue Möglichkeiten zu verwirklichen [45].

Dobzhansky beaamt dit wanneer hij schrijft dat

The concept of evolution ... has provided new and in some ways revolutionary answers to the questions... why I am here, what is the purpose of human existence, and what is the nature of the world of life that surrounds us? [46].

Ook andere vooraanstaande evolutiebiologen, zoals Simpson, Waddington en Mayr zijn het hiermee eens. Een dergelijke opvatting leidt tot de paradoxale situatie, dat de evolutie, ofschoon zonder enige vorm van finaliteit en slecht het resultaat van toeval en het opportunistische gedrag van de natuurlijke selectie, niettemin een wezen opleverde, waarvoor doelbewustzijn, waardenbesef en verantwoordelijkheidsgevoel wezenlijke eigenschappen zijn, en dat zichzelf beschouwt als een wezen dat het evolutionaire proces leiding moet geven

The paradox is staggering: man is an accidental product of a planless, purposeless process, yet he is 'highly endowed' and 'morally obligated' to 'rise still further' in a world that supplies no criterion of 'higher' or 'lower', nor any impetus toward progress in any particular direction [47].

Alleen echter al het feit dat "evolutie" ontwikkeling betekent en dus de herkenning van een richting en ipso facto van een doel impliceert, maakt het nodig het probleem van de teleologie in relatie tot de evolutie nader te bezien. Bovendien is volgens de evolutieleer de mens zelf uit de natuur voortgekomen en daarom dwingt de evolutieleer tot een hernieuwde bezinning op de finaliteit.

De paradoxen nemen nog toe nu, als gevolg van de klaarblijkelijke onvermijdelijkheid van teleologische verklaringen in de biologie, gepoogd wordt om deze verklaringen een wetenschappelijke status te verlenen, juist door een beroep op de evolutietheorie! Zo zegt bv. Falk, dat "Evolutionary theory breathes new life in teleology" [48]. Terwijl het Darwinisme dus aanvankelijk door velen werd beschouwd als een theorie, die voor eens en altijd zou hebben afgerekend met de teleologische verklaring van de (levende) natuur, wordt nu de evolutietheorie gebruikt om het onvermijdelijke teleologische karakter van de biologie te rechtvaardigen!

Om deze paradoxen te doorgronden, is het nodig aandacht te schenken aan de discussies omtrent het probleem van de teleologische verklaring in wetenschapsfilosofische kringen.

De evolutietheorie plaats de gehele problematiek van de teleologie dus in een nieuw perspectief. Zo stelt Byerly, dat de evolutietheorie een beter inzicht in het probleem van de teleologie kan geven, en omgekeerd, dat de ontraadseling van de filosofische problemen omtrent teleologie van groot belang zijn voor een beter begrip van de evolutietheorie. "The hope is that by placing teleology in the context of evolutionary theory, progress can be made in explicating some vague and intractable puzzles" [49].

De begrippen "doel", "doelmatigheid" en "toeval" spelen in (en in de discussie over) de evolutietheorie een fundamentele rol. Zelden wordt echter de betekenis ervan nader gespecificeerd. Klaarblijkelijk beschouwt men hun betekenis als evident en helder. Daardoor sluipt de wijsgerige problematiek met betrekking tot deze begrippen in het hart van de theorie zelf. Dit heeft tot gevolg dat niet alleen de wijsgerige problemen met betrekking tot de evolutietheorie mede bepaald worden door de wijsgerige meningsverschillen omtrent deze begrippen, maar dat ook de hedendaagse wetenschappelijke problemen met betrekking tot de evolutietheorie, mede een gevolg zijn van de onduidelijkheid met betrekking tot deze begrippen. Wetenschappelijke controverses zijn vaak het gevolg van het feit dat de wijsgerige problematiek aangaande de concepten "toeval", "noodzaak" en "doelgerichtheid", niet voldoende voorzien, laat staan, opgelost is [50].

Een van onze taken moet dan ook zijn om de verschillende wetenschappelijke problemen van de hedendaagse evolutietheorie te bespreken en aan te geven in hoeverre deze zijn bepaald door de

problematiek met betrekking tot toeval, noodzaak en doelgerichtheid.

Omdat de moderne, zogenaamd synthetische, evolutietheorie geen adekwate verklaring zou kunnen geven voor bestaande evolutionaire trends, staat zij heden opnieuw bloot aan ernstige kritiek. De rol van het toeval is veel minder groot dan in de synthetische theorie wordt verondersteld, zo betogen de critici.

In de discussie hierover, spelen twee recentelijk geformuleerde, theorieën een belangrijke rol:

1) de systeem-theoretische evolutietheorie (STET), zoals door o.a. Reidl (1975) werd voorgesteld, waarbij beroep wordt gedaan op de systeemtheorie en de cybernetica, zoals ontwikkeld door Von Bertalanffy en Wiener ea. Volgens hen is de synthetische theorie weliswaar niet foutief, maar is ze onvolledig omdat zij te weinig aandacht schenkt aan de feedback-mechanismen tussen organisme en omgeving. Deze aanpak pretendeert ook een verklaring te kunnen geven voor de schijnbare doelgerichtheid van de evolutie, zoals die uit de evolutietrends zou blijken.

2) de thermodynamische evolutietheorie (TDET), zoals door o.a. Wiley en Brooks (1986) en Wicken (1986) werd geformuleerd, waarbij beroep wordt gedaan op de theorieën van Eigen en Prigogine. Aan deze laatste aanpak van de evolutie zullen we een aparte studie wijden [51].

Om de implicaties van de systeemtheoretische evolutietheorie goed te kunnen doorzien, is het nodig in te gaan op de discussie omtrent de teleologie zoals die met name binnen de systeemtheorie en cybernetica worden gevoerd, omdat velen menen dat ze een belangrijke bijdrage tot een oplossing van het finaliteitsprobleem in het algemeen, maar in het bijzonder, in de biologie, heeft geleverd. Zij hebben voor een belangrijk deel de huidige discussie omtrent deze problematiek bepaald. De claim van genoemde wetenschappers is dat finaliteit en teleologische verklaringen kunnen worden herleid tot resp. mechanische causaliteit en causaal nomologische verklaringen.

Een belangrijk thema dat ons dan ook voortdurend zal bezighouden is de vraag of de pogingen om de teleologie tot mechanistische causaliteit te herleiden, wel kunnen slagen. De vraag is, of de teleologie, die weliswaar als "expliciet teleologische" termen en uitspraken, via de voordeur naar buiten is gewerkt, niet in verholde vorm, als "impliciet teleologische" vooronderstellingen, en termen, via de achterdeur weer binnenkomt.

Overigens is de kwestie, of de evolutie het gevolg is van toeval en/of noodzaak en/of doelgerichtheid, niet een wetenschappelijk, maar een wijsgerig probleem.

Hier ligt de taak van de filosoof, die niet met de natuurwetenschap als zodanig polemiseert, maar met bepaalde wijsgerige opvattingen van de evolutie, die dikwijls niet als zodanig herkend worden en door niet-filosofen vaak voor natuurwetenschappelijke opvattingen worden aangezien. (Delfgaauw [52]).

De noodzaak tot herformulering in mechanistisch-causale termen, hangt samen met de opvatting dat een teleologische beschouwingwijze een antropomorfe natuuropvatting impliceert, waarvoor in de natuurwetenschap geen plaats is en dat de causale beschouwingwijze een dergelijk antropomorfisme niet zou impliceren.

Ook deze opvatting zal door ons nader worden onderzocht. Wellicht is een antropomorfe beschouwingwijze onvermijdelijk [53]? Antropomorfisme en Naturalisme vormen wellicht geen tegenstelling. In de Discussie zal op deze vragen uitvoerig worden ingegaan, en de noodzaak worden bepleit van een geantropomorfiseerde Natuurfilosofie, waartoe Whitehead een eerste poging heeft gewaagd.

## EVOLUTIE

"And striving to be Man , the worm  
Mounts through all the spires of form."  
(Emerson)

"Nothing in biology makes sense except in the light of  
evolution."  
(Dobzhansky)



## 1.1 Inleiding

De grondslag voor de moderne evolutietheorie werd gelegd door Charles Darwin (1809-1882) in 1859, met zijn revolutionaire boek "On the Origin of Species by means of Natural Selection or the Preservation of favoured Races in the Struggle for Life".

Voor Darwin was evolutie hetzelfde als het ontstaan van de soorten. Darwin zelf gebruikte overigens de term "evolutie" niet. Hij spreekt over "descent with modification". Ook de Fransman Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) en de Duitser Ernst Haeckel (1834-1919), de twee andere beroemde evolutionisten van de vorige eeuw, spreken niet over "evolutie", maar over resp. "transformation" en "transmutation".

In haar meest algemene betekenis verstaat men onder evolutie in de biologie, de opvatting dat de huidige organismen de getransformeerde nakomelingen zijn van vroeger levende, nu vaak uitgestorven organismen. In de woorden van Stebbins, een botanicus die één van de "vroede vaders" van de moderne evolutietheorie is:

Biological evolution is a series of irreversible transformations of the genetic composition of populations, based principally on altered interactions with their environment and guided by natural selection [1].

De term "evolutie" is afgeleid van het latijnse woord "evolutio", hetgeen ontwikkeling, het uitwikkelen van het nog in-gewikkelde, betekent. Het begrip "evolutio" werd oorspronkelijk door de Zwitser Albrecht von Haller (1708-1777) reeds in 1744 in de biologie geïntroduceerd voor de embryogenetische ontwikkeling of ontogenese, in een betekenis die met de evolutietheorie eigenlijk in strijd is, namelijk als ont-wikkeling, ont-vouwing van het reeds aanwezige (preformisme).

De term "evolution", in de betekenis van fylogenese - dat wil zeggen de ontwikkeling van de biologische vormenrijkdom vanuit primitievere voorouderlijke organismen in loop van een miljarden jaren durende geschiedenis - werd door de Engelsman Herbert Spencer (1820-1903) geïntroduceerd in zijn "First Principles" van 1862.

Door de Duitse bioloog Haeckel (1834-1919) werd de samenhang tussen beide typen van ontwikkeling gepostuleerd in de zogenaamde "biogenetische grondwet": de ontogenese zou een verkorte weergave van de fylogenese zijn. Evolutie is eigenlijk het scheppen en

voortdurend uittesten tegen de eisen van het milieu van nieuwe ontogenetische bouwplannen [2]. De relatie tussen ontogenese en fylogenese is heden onderwerp van intensieve discussies [3].

De evolutietheorie heeft sinds de vorige eeuw haar stempel gedrukt, niet alleen op het biologische, maar op het gehele westerse denken. De vooraanstaande hedendaagse zoöloog en evolutiebioloog Mayr schrijft dat

Man's world view today is dominated by the knowledge that the universe, the stars, the earth and all living organisms have evolved through a long history, that was not preordained or programmed, a history of continual gradual change, shaped by more or less directional natural processes consistent with the laws of physics [4].

De biologische evolutie wordt gezien als deel uitmakend van een alomvattende kosmische evolutie, waarin de historische samenhang wordt verondersteld van het organische met het anorganische, en die zijn voorlopige voltooiing vindt in de culturele evolutie van de mens [5]. Deze historische dimensie doordringt in toenemende mate alle natuurwetenschappen [6] en "evolutie" is tot paradigma van de gehele natuurwetenschap geworden [7].

Verschillende vooraanstaande biologen en filosofen hebben, op basis van de evolutiegedachte, verstrekkende kosmologieën, evolutionaire ethieken en evolutionaire kentheorieën geformuleerd, zodat men hier met recht van een wijsgerig evolutionisme kan spreken [8]. Zo schreef de paleontoloog en evolutiebioloog van het eerste uur, Simpson:

The meaning of human life and the destiny of man cannot be separated from the meaning and destiny of life in general [...] The extent to which we can hope to understand ourselves and to plan our future depends in some measure on our ability to read the riddles of the past [9].

Zoals eens Newtons theorie voor de fysica, zo werd Darwins theorie de fundamentele en omvattende theorie van de biologie. Door de evolutietheorie worden al de biologische vakgebieden in een functioneel verband met elkaar gebracht. Mayr schrijft:

The theory of evolution is quite rightly called the greatest unifying theory in biology. The diversity of organisms, similarities and differences between kinds of organisms, patterns of distribution and behavior, adaptation and interaction, all this was merely a bewildering chaos of facts, until given meaning by the evolutionary theory. There is no area in biology in which that theory does not serve as an ordering principle [10].

Naar de mening van Julian Huxley, die voor het eerst alle beschikbare materiaal voor de moderne evolutietheorie bijeenbracht in zijn boek "The New Synthesis" van 1942, is de evolutie de grondslag voor het begripen van de biologische feiten:

Evolution is the overriding fact for biology, the comprehensive framework to which the separate biological facts are related [11].

Pas in het licht van de evolutietheorie verkrijgen de biologische feiten en de bijdragen van de verschillende biologische disciplines hun betekenis. En de vooraanstaande evolutiebioloog Dobzhansky, eveneens één van de grondleggers van de moderne theorie, vatte dit kernachtig samen in de uitspraak "Nothing in biology makes sense except in the light of evolution" [12].

Volgens de bioloog en wetenschapsfilosoof Wuketits is de biologie door de evolutietheorie pas werkelijk een natuurwetenschap geworden. De evolutietheorie wordt als het theoretisch perspectief gezien, waardoor de verscheidenheid van de biologische gegevens herleidbaar is tot enkele fundamentele principes en waardoor een causale verklaring van het (ontstaan van het) leven mogelijk wordt [13]. De evolutietheorie wordt beschouwd als een veelomvattend researchprogramma in de betekenis die Lakatos [14] aan dit begrip gegeven heeft. In dit opzicht is ze een belangrijke prikkel tot verder onderzoek.

De evolutietheorie wil, volgens Remane [15] een antwoord geven op de vragen hoe de grote diversiteit aan levensvormen en hun treffende doeltreffendheid en aangepastheid is ontstaan; of er wetmatigheden in dit verloop zijn te ontdekken en, welke causale mechanismen er aan de transformatie ten grondslag liggen.

Naar de huidige inzichten zijn er drie fundamentele mechanismen in het evolutieproces werkzaam:

- 1) ontstaan van genetische variabiliteit, door mutatie en recombinitie,
- 2) natuurlijke selectie waardoor de minder geschikten worden geëlimineerd, en
- 3) isolatie-mechanismen waardoor reproductief gescheiden soorten ontstaan.

Verreweg de meeste biologen zijn van de fundamentele juistheid van de evolutietheorie overtuigd, ondanks de vele wetenschappelijke en wijsgerige problemen. "Bewijzen voor de evolutie zijn er overweldigend veel. Ze zijn volstrekt overtuigend, behalve voor hen die de waarheid eenvoudig niet willen kennen", zo stelt Simpson vast [16]. Wuketits drukt zich nog stilliger uit: "Die prinzipielle Gültigkeit van de Evolutionstheorie kann nicht mehr im Zweifel gezogen werden" [17].

Sommige biologen en filosofen betwijfelen echter het wetenschappelijke karakter van de evolutietheorie, omdat deze tautologisch zou zijn [18], of omdat de concepten die erin worden gebruikt niet eenduidig zouden zijn, zoals bv. Natuurlijke Selectie, Adaptatie, en "Fitness".

Vanwege het complexe karakter van het evolutionaire verklaringsschema, waarin nomologische, genetische, teleologische en historische verklaringen op complexe wijze met elkaar zijn verweven, bestaat voor de wetenschapsfilosofische aspecten van de evolutietheorie een grote belangstelling [19].

Verschillende auteurs, zoals bv. Popper, Goudge en van Melsen [20] beschouwen de evolutietheorie minder als een wetenschappelijke theorie of als een te bewijzen hypothese, dan wel als een postulaat, een geloof, een metafysische vooronderstelling, gegrond in de ontwikkelingsgedachte van de moderne tijd.

Het wetenschappelijke karakter van de evolutietheorie wordt temeer ondermijnd, doordat, meer dan in andere wetenschappelijke theorieën, in de moderne evolutietheorie wijsgerig geladen begrippen als toeval en doelgerichtheid een belangrijke rol spelen. Een onderscheid tussen de evolutietheorie en andere wetenschappelijke synthetiserende theorieën, zoals de relativiteitstheorie en kwantumtheorie, is dat in de evolutietheorie veel minder duidelijk is wat als "interpretatie" en wat als "eigenlijke" theorie moet worden beschouwd. Dit is wel voornamelijk het gevolg van de omstandigheid dat in de theorie, frekvent gebruik wordt gemaakt van schijnbaar wetenschappelijke begrippen, zoals "toeval", "gerichtheid", "doel", "noodzaak", "adaptatie" en, niet te vergeten, "soort", die in feite van wijsgerige aard en zeer problematisch zijn. Hierdoor is de evolutietheorie door en door wijsgerig "besmet", hetgeen een belangrijke oorzaak lijkt te zijn van grote meningsverschillen tussen biologen, alsmede van de opvatting van verschillende wetenschapsfilosofen, dat "the evidence and arguments in favour of Neo-Darwinism are unsatisfactory" [21].

Biologen maken nu over het algemeen geen analyse van deze door hen gehanteerde begrippen, doch vertrouwen op de intuïtieve evidentie ervan [22]. Hier speelt ons het feit parten dat deze begrippen uit de alledaagse ervaring stammen en ons daardoor vertrouwd zijn en daardoor evident lijken. Omdat de betekenis van deze fundamentele begrippen niet (voldoende) wordt geanalyseerd, worden zij vaak op dubbelzinnige wijze door schrijvers gebruikt en/of door lezers geïnterpreteerd. Daardoor wordt de discussie verduisterd.

Naast de wijsgerige problemen met betrekking tot de betekenis van termen als "toeval" ("randomness", "chance", "accidental"), en "doelgericht" ("directed", "purpose", "goal", "end") en "noodzaak", bestaan heden ten dage vele wetenschappelijke problemen, die wij in het volgende hoofdstuk kort de revue zullen laten passeren. Het is niet onwaarschijnlijk dat verschillende van de wetenschappelijke controverses het gevolg zijn van het feit dat de wijsgerige problematiek aangaande deze concepten niet voldoende doorzien, laat staan, opgelost is. Zo lijken ook "wetenschappelijke" problemen vaak voor een belangrijk deel het gevolg te zijn van onvoldoende helderheid omtrent de begrippen "doelgericht", "toeval" en "noodzaak".

Omdat de evolutietheorie een wetenschappelijke oplossing pretendeerde te zijn van het probleem van de teleologie in de levende natuur, en de discussie over natuurteleologie, d.w.z. het probleem van het al dan niet bestaan van doelloorzen in de Natuur, in een nieuw perspectief plaatste, is het, binnen ons kader, zinvol even in te gaan op 1) de wijsgerige en wetenschappelijke voorwaarden en 2) de historische ontwikkeling van de hedendaagse evolutietheorie.

## 1.2 Voorwaarden voor Evolutietheorie

De evolutietheorie is het resultaat van een historische ontwikkeling. Ze heeft haar wortels in wijsgerige, religieuze en maatschappelijke opvattingen, zoals de Antieke idee van de "scala naturae", de Bijbels-Platoonse opvatting van de Soort en de nominalistische kritiek daarop, de opvattingen van de Natuurlijke Theologie over adaptatie, de Historisering van het Natuurbeeld in de Verlichting, mede onder invloed van het Vooruitgangsgeloof, de dynamische natuuropvatting van de Idealistische Naturphilosophie, en het concurrentiedenken van het Liberalisme. Al deze opvattingen en stromingen hebben hun invloed doen gelden op de ontwikkeling van de evolutiegedachte en van de wetenschappelijke evolutietheorie. Het zou binnen dit bestek te ver voeren deze ontwikkelingen op de voet te volgen [23]. Hier kan slechts op enkele van de belangrijkste aspecten worden ingegaan.

Een belangrijke voorwaarde voor het evolutionaire denken is de idee van de "scala naturae", de "ladder van de natuurlijke zijnden", d.w.z. de opvatting dat de bestaande dingen, de minerale, de vegetatieve, de animale en de rationele dingen een continue reeks, opklimmend van laag tot hoog, vormen. Deze gedachte is gefundeerd in de filosofie van Plato, maar werd vooral door Aristoteles ontwikkeld tot de gedachte van een continue "scala naturae", waarin geen sprongsgewijze overgangen voorkomen: "Natura non facit saltus". Vanaf het prille begin van het Westerse denken, doch meer nadrukkelijk tijdens de periode vanaf de middeleeuwen tot en met de achttiende eeuw, werd het universum aldus als een "Great Chain of Being" beschouwd [24]. Via Leibniz werd de van oorsprong Aristotelische gedachte dat de natuur geen sprongen maakt een leidende idee in de 18e eeuw. Deze gedachte van de sprongloze continuïteit in de natuur, ligt ten grondslag aan de natuurlijke historie van de 18e eeuw, zoals bv. in die van Buffon. Zij vormde een belangrijke voorwaarde voor het ontstaan van de 19de eeuwse evolutietheorie, mede als gevolg van de zogenaamde "Historisering van de Natuur". Deze idee ligt aan het evolutiedenken ten grondslag als haar meest fundamentele, wijsgerige vooronderstelling, namelijk die van de continuïteit tussen het anorganische en organische, en tussen het materiële, het levende en tenslotte het menselijke.

Een ander fundamentele, eveneens wijsgerige en "onbewijsbare" vooronderstelling van de evolutietheorie is het zogenaamde "actualiteitsprincipe", dat wil zeggen dat men er vanuit gaat dat de hedendaagse wetmatigheden en natuurprocessen op dezelfde wijze werken als miljoenen jaren geleden. "[A]ll these changes have arisen from causes which now continue to be in operation, and which therefore can be studied experimentally" [25].

Als de uitgangspunten van de evolutietheorie kunnen worden genoemd:

- 1) de mogelijkheid van graduele en continue soort-verandering,
- 2) de genetische continuïteit van de levende organismen,
- 3) de interactie tussen het organisme en zijn omgeving,
- 4) plotselinge, spontane, toevallige verstoringen in 2 en 3
- 5) een "zee" van tijd om evolutie mogelijk te doen zijn.

Voordat een wetenschappelijke evolutietheorie kon worden geaccepteerd, moesten dan ook eerst een aantal biologische problemen worden opgehelderd [26]. Deze, overigens onscheidbare, kwesties betroffen de constantheid van de soort, de generatio spontanea, en de preformatietheorie in de embryologie [27]. Vooral in de achttiende eeuw werd een aantal van deze fundamentele problemen in de biologie ter discussie gesteld. "A belief in the transformation of species was clearly associated in the minds of eighteenth century naturalists with the positions they held in respect to these controversies" [28].

### 1.2.1 Soort-begrip

De centrale grondgedachte van de evolutieleer is de transformatie van de soorten. Deze gedachte lijkt echter niet met de idee van de soortconstantheid te verzoenen. Kern van de theorie der soortconstantheid is immers de overtuiging dat de soort een onveranderlijke biologische entiteit is, die door God voor eens en altijd zo is geschapen. De huidige organismenwereld zou volgens deze opvatting sinds de schepping onveranderd zijn gebleven.

De Zweedse bioloog Carolus Linnaeus (1707-1778), die de biologie van de 18e eeuw beheerste, worstelde zijn leven lang met het probleem van de soort [29]. In de laatste editie van zijn beroemde "Systema Naturae" van 1767, vindt men de opvatting dat de orden door God geschapen zijn, en dat de genera door Hem worden beheerst, maar dat de soorten ontstaan zijn door de werking van de natuur, en dat de variëteiten door toeval tot stand zijn gekomen [30].

De Fransman G.L. Leclerc Comte de Buffon (1707-1788), eveneens een toonaangevende bioloog van zijn tijd, doorliep een aan die van Linnaeus tegengestelde ontwikkeling. Naarmate Linnaeus steeds meer twijfel kreeg over de constantheid van de soort, raakte Buffon er steeds meer van overtuigd dat de soorten constante entiteiten zijn. Hij was tenslotte de mening toegedaan dat elke soort door God geschapen werd en constant is, en dat alleen de individuen variëren als gevolg van de inwerking van de natuur in de loop van de tijd. In 1749 formuleerde hij een biologische definitie van de soort, die door de biologen nog steeds als geldig wordt beschouwd: organismen behoren tot dezelfde soort, indien ze in staat zijn vruchtbare nakomelingen voort te brengen.

Tot op de dag van vandaag is het "soort"-begrip een heet hangijzer voor biologen en wetenschapsfilosofen [31]. Dit lijkt wel voornamelijk het gevolg te zijn van het feit dat dit geen wetenschappelijk, maar een wijsgerig probleem is, waarmee reeds Plato

worstelde en het belangrijke strijdpunt vormde in het nominalisme-realisme debat in de Middeleeuwen.

### 1.2.2 Preformatie of Epigenese

Ook de preformatiegedachte, die er in zijn conseqwentie op neer komt dat bij het begin van de schepping reeds alle latere organismen in de geslachtscellen van eerste ouderparen aanwezig moesten zijn, is met een transformatie van de soorten in tegenspraak.

Volgens de theorie van het preformisme is de embryogenese het gevolg van een herschikking en voortdurend groter worden van reeds in een van de gameten aanwezige weefsels en organen. Deze, of zelfs het volledige organisme, zouden in minuscule afmetingen reeds in de eicel (volgens de ovoïsten, zoals de Amsterdammer Jan Swammerdam (1637-1680), of in de zaadcel (volgens de animalculisten, zoals de Delftenaar Anthonie van Leeuwenhoek (1632-1723)) bestaan. Deze gepreformeerde delen behoefden zich slechts te ontvouwen ("evolutio"); iets nieuws ontstond er niet. Een logische, doch absurde conseqwentie van deze stelling was de "theorie d'emboîtement", geformuleerd door de Fransman Malebranche (1638-1715): de eicellen van Eva bevatten reeds alle na haar komende generaties, ineengeschoven als de welbekende Russische "baboeschkapoppen". De Fransman Bonnet (1720-1793) berekende zelfs dat in het ovarium van Eva 27.000.000 embryonen aanwezig waren.

Daartegenover stelde de theorie van de epigenese dat de embryogenese een proces is van het voortdurend nieuw ontstaan en van de differentiatie van weefsels en organen uit een aanvankelijk ongeorganiseerde levende substantie. Dit proces wordt in gang gezet door de activerende activiteit van de zaadcel bij de bevruchting van de eicel.

De opvattingen met betrekking tot de embryogenese zijn voor de evolutietheorie dus van groot belang geweest. Zolang een preformistische opvatting gehuldigd werd, die er in zijn uiteindelijke conseqwentie op neer kwam dat alle organismen aan het begin van de schepping aanwezig waren, kon er van een geleidelijke evolutie van steeds nieuwe levensvormen geen sprake zijn. De preformistische opvatting telde vooral in de 17de en de 18e eeuw veel aanhangers, mede onder invloed van het zich ontwikkelende Cartesiaans-mechanistische wereldbeeld. Slechts door de nauwkeurige onderzoeken van de Duitser Caspar Wolff (1733-1794) aan de metamorfose van planten ("Theoria generationis", 1759) en van de in Estland geboren Karl von Baer (1792-1876) naar de embryogenese van zoogdieren ("Entwicklungsgeschichte der Thiere", 1828) zou de theorie definitief weerlegd worden [32].

### 1.2.3 De Generatio Spontanea

Tenslotte vergde de transformatiegedachte ook het verlaten van de idee van de generatio spontanea. De verwerping van de "generatio spontanea" gedachte is voor de biologie en met name voor de evolutietheorie van grote betekenis geweest, omdat hierdoor duidelijk werd dat er een continue genetische samenhang bestaat, niet alleen tussen de verschillende generaties, maar ook tussen al het levende: al het levende ontstaat uit vorig leven. Pas nadat de idee van de "generatio spontanea" was weerlegd, kon de visie ontstaan dat het rijk van de organismen een geordend geheel is met een historische samenhang.

De Italiaan Redi (1626-1694) was de eerste die de "generatio spontanea" gedachte met experimenten trachtte te weerleggen. Hij formuleerde de bekende formule "Omne Ovum ex Ovo" (1668). Ofschoon de ontdekking van de "infusoria" door de Nederlander van Leeuwenhoek (1632-1723) de theorie van de spontane generatie leek te steunen, werd in de achttiende eeuw door de Italiaan Spallanzani (1729-1799) bewezen dat Redi's stelling ook voor de "kleine diertgens" opging: ook deze ontstonden uit reeds aanwezige kiemen. Definitief weerlegd werd de theorie van de spontane generatie echter pas door de Fransman Pasteur (1822-1895), die aantoonde dat ook bacteriën niet zomaar uit vruchtesap ontstaan.

### 1.2.4 De Typus -Leer

Op het einde van de 18e eeuw ontwikkelde zich de zogenaamde "Typus"-biologie, die mede was geïnspireerd door opvattingen omtrent adaptatie en doelmatigheid bij organismen binnen de Natuurlijke Theologie. De "Typus"-biologie leidde tot de ontwikkeling van de vergelijkende morfologie en anatomie, die een belangrijke stimulans betekenden voor het ontstaan van de evolutietheorie, omdat ze wees op overeenkomsten in bouwplan tussen verschillende groepen van organismen. Daardoor verschaften deze disciplines, naast de geologische en paleontologische gegevens, een belangrijke empirische basis aan de evolutietheorie.

Het was onder invloed van de gedachten binnen de natuurlijke theologie omtrent de doelmatige aanpassing, dat zich de idee ging vormen van het "Archetype", waarin de verschillende organismen afgeleid gedacht werden van een ideale grondvorm of grondplan. Volgens een opvatting binnen de natuurlijke theologie is elk organisme aan zijn omgeving volkomen aangepast, en zijn alle organen en eigenschappen volstrekt doelmatig. Deze opvatting van een perfecte adaptatie bleek echter niet in overeenstemming met de feiten, zoals het bestaan van afwijkingen, rudimentaire organen en niet-functionele organen. Een andere opvatting binnen de natuurlijke theologie trachtte hiervoor een verklaring te vinden: De organismen zijn nog niet volmaakt, maar streven naar de realisering van het volmaakte "Archetype". De volmaakte aangepastheid



van een organisme wordt beperkt door allerlei factoren uit de omgeving [33].

Reeds Buffon opperde de gedachte dat alle dieren georganiseerd waren volgens een "dessin primitif et général", waaruit in de loop der tijden de verschillende soorten zich door "ontaarding" ontwikkeld zouden hebben.

De eigenlijke grondlegger van de "Typus"-leer was de Fransman Vicq d'Azyr (1748-1794), die als eerste de nadruk legde op het belang van onderzoek naar de gelijkenissen tussen de verschillende diersoorten.

Ook Goethe (1749-1832) was een enthousiast aanhanger van de "Typus"-leer en bepleitte de studie van vergelijkende morfologie. In 1790 publiceerde hij zijn "Versuche über die Metamorphose der Pflanzen", waarin hij beweerde, dat alle planten te herleiden zijn tot een "oerplant", waaruit alle planten door metamorfose zouden zijn ontstaan en af te leiden. In zijn "Zur Morphologie" (1820), past hij hetzelfde idee toe op het onderzoek van dieren. Ook de verschillende diervormen zijn volgens enkele "Urformen" opgebouwd, waarvan sporen in de verschillende individuen, die van deze oervorm zijn afgeleid, zijn terug te vinden.

Ook de Fransman Geoffroy de St.Hilaire (1772-1844), baseerde zijn onderzoekingen op de aanwezigheid van een "unité de plan" in de verschillende gewervelden [34]. In zijn "Philosophie anatomique" (1818), gebruikte hij voor het eerst de term "homologie", een begrip dat een belangrijke impuls heeft gegeven aan het onderzoek naar aanwijzingen voor de evolutietheorie. De term verwijst naar de verwantschap tussen organen van verschillende diergroepen op basis van gelijke oorsprong, zoals bv. tussen de vleugels van vogels en de voorste ledematen van zoogdieren. Later zou de Engelsman Richard Owen (1804-1892) een duidelijk onderscheid maken tussen homologe en analoge organen. Analogie verwijst naar een overeenstemming in vorm en functie van organen bij verschillende diergroepen, die een verschillende embryologische oorsprong en bouw bezitten, zoals bv. tussen de vleugels van insecten en vogels.

De "Typus"-leer werd tot een buitengewoon vruchtbare idee in de handen van de Fransman Georges Cuvier (1769-1832), die aan de hand van een enkel fossiel beenstuk de gehele anatomie van een dier kon reconstrueren [35]. Hij kan beschouwd worden als de werkelijke grondlegger van de vergelijkende anatomie, die een rijke bron van aanwijzingen voor de evolutie vormde.

### 1.2.5 De Verlichting: Historisering van het Wereldbeeld

Afgezien van de wetenschappelijke gedachten die zich tijdens de achttiende eeuw ten gunste van een evolutionair perspectief ontwikkelden, heeft het groeiend historische besef tijdens de Verlichting een belangrijke rol gespeeld. Een belangrijke voorwaarde voor het ontstaan van de evolutietheorie was immers, dat men een adequaat besef had van de tijdsduur van de geschiedenis van de aarde en haar levensvormen. Darwin schreef dat "The belief that

species were immutable productions was almost unavoidable as long as the history of the world was thought to be of short duration" [36].

Deze historisering was op de eerste plaats het gevolg van de vooruitgangsidee die in de loop van de 18e eeuw gestalte kreeg onder invloed van wetenschappelijke en maatschappelijke ontwikkelingen. (Zie Inleiding). Op de tweede plaats was de historisering het gevolg van de herwaardering van de oorsprong van de fossielen [37].

### 1.2.5.1 Geologie en Paleontologie

Geleidelijk ontstond het inzicht dat fossielen de overblijfselen waren van uitgestorven organismen i.p.v. spelingen van de natuur.

Reeds in de antieke tijd had men zich afgevraagd wat de aard van de fossielen kon zijn. Aristoteles (zie zijn "Metereologie") geloofde dat ze van minerale oorsprong waren, spontaan ontstaan in de aarde onder invloed van de hemelsferen, evenals de metalen. Deze theorie bleef tot in de Renaissance populair. De fossielen werden beschouwd als "ludus naturae", spelingen van de natuur, ontstaan onder invloed van astrale invloeden (zoals in astrologische kring werd beweerd) of door een mineraliserende kracht (de "virtus" van de alchemisten).

De kerkvader Tertullianus (160-220) vermoedde echter reeds dat fossielen van organische oorsprong waren: hij zag ze als overblijfselen van dieren die tijdens de Zondvloed waren omgekomen. Tot het einde van de 18e eeuw werd het denken over fossielen en over de geschiedenis van de aarde bepaald door de Zondvloedtheorie.

Leonardo da Vinci (1452-1519) was de eerste die over de Zondvloedtheorie zijn twijfels uitsprak: "The Deluge cannot account for the position of fossils" [38].

Robert Hooke (1635-1703) kwam reeds door de studie van fossielen tot het inzicht dat het aardoppervlak aan grote veranderingen onderhevig moest zijn geweest:

"That a great part of the surface of the earth hath been since the Creation transformed and made of another Nature; Seas became land and land became sea; Mountains have been turned into Plains, and Plains into Mountains" [39].

De pogingen om de Bijbel te verzoenen met de wetenschappelijke inzichten, waren talrijk. Zo formuleerde William Whiston, die Newton opvolgde als hoogleraar in Cambridge, in zijn "The New Theory of the Earth" (1696) een theorie, gebaseerd op de opvattingen van zijn illustere voorganger, die verklaarde hoe een passerende komeet de Zondvloed veroorzaakt zou hebben.

De contradicties van de Zondvloedtheorie werden echter steeds duidelijker, en de fossielen vormden tenslotte het meest doorslag-

gevende bewijs voor de onjuistheid van het bijbels verhaal.

Het besef drong tenslotte door dat de geschiedenis van de aarde veel ouder moest zijn dan de 4004 jaar, een getal dat, door de bisschop van Usher in 1650 berekend was. In zijn "Des Epoques de la Nature" (1778), schatte Buffon deze ouderdom reeds op ongeveer 168.000 jaar.

De Fransman Georges Cuvier (1769-1832) vestigde de paleontologie als wetenschap. Aan de hand van een enkel fossiel beenstuk was hij in staat om, mede op basis van zijn "Typus"-opvatting, de gehele anatomie van een voorhistorisch dier te reconstitueren.

De grondslag voor een werkelijk wetenschappelijke geologie werd gelegd door de Schot James Hutton (1726-1796), met zijn volumineuze "Theory of the Earth" (1795). Door de formulering van het principe dat de geschiedenis van de aarde werd bepaald en verklaard diende te worden door natuurlijke oorzaken en krachten, die ook nu nog steeds werkzaam zijn, is hij de geestelijke vader van het zogenaamde actualisme of uniformisme, d.w.z. het principe dat de veranderingen in het verleden door oorzaken en krachten die ook heden werkzaam zijn, tot stand zijn gekomen en erdoor verklaard kunnen worden. Ook dit principe is een belangrijke vooronderstelling van de evolutietheorie.

De Engelsman Charles Lyell (1797-1875) maakte het actualiteitsprincipe tot het fundament van zijn invloedrijke boek "The Principles of Geology" (1829), waarin hij op overtuigende wijze de ononderbroken werking van natuurlijke oorzaken gedurende zeer lange perioden uiteenzet: "the forces formerly employed to remodel the earth were the same in kind and energy as those now acting" [40]. Het was dit boek dat Darwin tijdens zijn reis met de "Beagle" intensief bestudeerde en onder invloed waarvan hij het actualiteitsprincipe ook op de organische wereld van toepassing achtte.

Als gevolg van de historisering van de natuur werd de "scala naturae" gedynamiseerd en kon zij worden geïnterpreteerd als een uitdrukking van een ontwikkelingsproces, veeleer dan als een door God geschapen en onveranderlijke natuurorde [41]. De tijd was rijp voor het evolutionaire denken, zoals blijkt uit de geschriften van Lamarck, Chambers, Wallace en Darwin.

### 1.3 Evolutionisme

De opkomende evolutietheorieën trachtten voor het probleem van de adaptatie en diversiteit van de levensvormen - een probleem dat met name door de beweging van de natuurlijke theologie was gethematiseerd - een natuurlijke verklaring te geven, in plaats van de bovennatuurlijke verklaring zoals in het "Argument of Design".

### 1.3.1 Evolutionisme in Frankrijk

In Frankrijk werd de vooruitgangsgedachte zeer intensief bediscussieerd door de Encyclopedisten. Uit deze hoek komen ook de eerste "evolutionaire" gedachten, waarin de organismen als uit elkaar voortkomend beschouwd worden. Zo wordt door Diderot (1713-1784) de Natuur begrepen als een organisme dat groeit en zich ontwikkelt en dat voortdurend nieuwe levensvormen voortbrengt. Daarmee werd afstand gedaan van het statische universum van het Deïsme en een stap gedaan naar een evolutionistisch wereldbeeld.

Alle wezens gaan in elkaar over, dus ook alle soorten.  
Alles bevindt zich in een eeuwigdurende stroom [...]  
Niets is nauwkeurig afgebakend in de Natuur [42].

Ook Julien de la Mettrie (1709-1751) schreef: "Tussen dier en Mens bestaat geen steile kloof, ze lopen in elkaar over" [43]. En ook in Holbach's (1723-1789) "Systeme de la Nature" (1770) vinden we de gedachte van een historische ontwikkeling van de aarde en haar levensvormen: alles zou het resultaat zijn van Tijd en Toeval, niet van een Godheid. Het was de Natuur zelf die steeds weer nieuwe combinaties van materie uitprobeerde, die slechts konden overleven als zij de juiste omstandigheden aantroffen.

De veelzijdige Maupertuis (1698-1759), liep in zijn boek "Essai de Cosmologie" (1755) reeds vooruit op de theorie van de natuurlijke selectie: bij de toevallige combinaties van de voortbrengselen der natuur kunnen alleen de producten die adaptieve kenmerken hebben, voortbestaan. Het veel groter niet adaptieve gedeelte gaat ten onder en de soorten die wij heden ten dage zien, vormen slechts een klein gedeelte van wat het blinde lot heeft voortgebracht [44].

Het 44-delen tellende "Histoire Naturelle", van de Franse bioloog Comte de Buffon (1707-1788) is een grootse schildering van de organisatie en ontwikkeling van de Kosmos, gebaseerd op het principe van "Natura non facit saltus".

De beroemde Franse paleontoloog Cuvier trachtte de gedachte der soortconstantheid met de voortgang in de ontwikkeling van de organismen - waarvan hij door zijn paleontologische studies overtuigd was - te verzoenen door de formulering van de zogenaamde "catastrofen"-theorie. Volgens deze theorie werden als gevolg van grote rampen grote delen van het leven op aarde weggevaagd en door de schepper vervangen door nieuwe en meer ontwikkelde soorten. De laatste van dergelijke grote rampen zou de in de bijbel beschreven Zondvloed zijn geweest.

### 1.3.1.1 Lamarck

De Fransman Jean Baptiste de Lamarck (1744-1829) moet als de eerste echte evolutionist beschouwd worden. In zijn boek "Philosophie Zoologique" van 1809, probeerde hij een oorzakelijke verklaring te geven van de evolutie. Naar de mening van Lamarck kunnen alle organismen in een enkele reeks worden geplaatst, opklimmend van de meest eenvoudige organismen, de infusoriën, tot de meest ingewikkelde, de aap. Lamarck wijst de "catastrofen"-theorie van Cuvier af: "Waartoe een onbewezen algemene wereldramp aan te nemen, als [...] men bedenkt dat de natuur overal bedachtzaam en stap voor stap te werk gaat" [45].

Volgens Lamarck is de onveranderlijkheid van de soorten slechts schijn, en een gevolg van de onveranderlijkheid der omstandigheden op korte termijn. God is volgens hem weliswaar de Eerste Oorzaak die de natuur in aanleg geschapen heeft, maar daarna laat Hij de natuur zich op autonome manier verder ontwikkelen.

De soorten zijn geen oorspronkelijke scheppingsdaden van God [...] De natuur [heeft] achtereenvolgens de verschillende levensvormen voortgebracht, al voortschrijdend van het eenvoudige tot het samengestelde [46].

Lamarck verklaarde de evolutie als gevolg van de werking van de volgende natuurlijke principes [47]:

1) een fundamentele, ingeboren tendens tot ontwikkeling van steeds gecompliceerdere en hogere levensvormen vanuit eenvoudig gevormden. Door veranderingen in het milieu ontstaan afwijkingen in dit fundamentele streven naar perfectie.

2) Elke duurzame verandering van de omstandigheden brengt bij het organisme een wijziging van behoeften teweeg. En vervolgens maakt elke wijziging van behoeften nieuwe handelingen nodig om daaraan te voldoen, waardoor tenslotte andere gewoonten ontstaan.

3) Daardoor worden bepaalde delen meer gebruikt dan voorheen. Hierdoor ontwikkelen en vergroten die delen zich, en ontstaan er zelfs nieuwe delen. Anderzijds doet voortdurend onbruik bepaalde delen onmerkbaar verzwakken, waardoor deze degenereren en tenslotte verdwijnen.

4) Al wat de Natuur heeft doen verwerven of verliezen, erft over op de nakomelingen, "mits beide sexen de veranderingen vertonen" [48]. Deze verklaring van de evolutie, die als Lamarckisme te boek staat, hanteerde dus als één van de principes de overerving van verworven eigenschappen, een idee dat tegenwoordig algemeen wordt afgewezen, maar door Darwin overigens nog werd aanvaard.

Evenals Darwin later viel ook Lamarck reeds de overeenkomst tussen de selectie door de mens en door de natuur op, hoewel hij nergens de term natuurlijke selectie gebruikt:

Wat de Natuur in de loop der eeuwen volvoert, dat doen wij altoos, wanneer wij plotseling voor een levend gewas de omstandigheden veranderen [...] Wat voor een veranderingen hebben wij niet teweeg gebracht door te fokken en te kweken [49].

Veel misverstand omtrent Lamarck is ontstaan naar aanleiding van diens beroep op de behoeften van het dier. Zijn term "besoins" werd maar al te gemakkelijk in het Engels als "wants", "wishes" of "desires" vertaald, terwijl "needs" veel juist(er) was geweest. Daardoor werd Lamarck te snel als vitalist gediskwalificeerd [50].

### 1.3.2 De Evolutiegedachte in Engeland

Het wijsgerig klimaat in het Engeland van de 18e eeuw werd enerzijds bepaald door de wetenschappelijke ideeën van Isaac Newton en een daarop gefundeerde "Natural Theology" - volgens dewelke de orde en de harmonie die we in de natuur aantreffen, het bewijs vormen van de "Divine Designer" - en anderzijds door de sceptische kritiek van David Hume op deze ideeën. Bovendien was er de Engelse pendant van het continentale Idée de Progrès in de utilitaristische theorieën van Bentham en vooral ook in de ideeën van de economische school rond Adam Smith, die in zijn invloedrijke boek, "The Wealth of Nations" (1776), de opvatting huldigde dat de maatschappelijke vooruitgang het best gewaarborgd is als ieder "his own thing" doet. De maatschappelijke harmonie en vooruitgang wordt, naar zijn mening, geleid door een "Invisible hand". Deze gedachte vormde het fundament van de liberalistische beweging in de 19e eeuw en het door haar gepropageerde en gebillijkte concurrentieprincipe van een "struggle for existence between individuals".

De econoom Robert Malthus (1766-1834), die met zijn boek "Essay on Population" (1798), een beslissende invloed op Darwin uitoefende, zoals deze zelf in zijn autobiografie schreef, staat in de traditie van deze liberale economische school, waarin de ideeën van Concurrentie en Struggle for existence centraal staan.

De grootvader van Darwin, Erasmus Darwin (1731-1802) ontwikkelde in zijn "Zoonomia" - door Charles reeds op jonge leeftijd gelezen - evolutionaire ideeën, die overeenkomst vertonen met die welke Lamarck 15 jaar later in Frankrijk publiceerde.

De organismen zouden het vermogen hebben zichzelf voortdurend te verbeteren, door hun eigen ingeboren activiteit en deze verbeteringen door voortplanting over te brengen op hun nageslacht.

Vanaf hun eerste rudiment, tot de beëindiging van hun leven, ondergaan alle dieren onophoudelijk veranderingen; deze ontstaan mede door hun eigen inspanningen ten gevolge van hun begeerten en afkeer, van hun genoegen of hun pijn, of van irritaties of van associaties; en vele van deze verworven vormen of neigingen worden overgedragen aan hun nageslacht [51].

De Engelsman en amateurbioloog Robert Chambers (1802-1871) publiceerde in 1844 het boek: "Vestiges of the natural history of Creation", dat grote controverses opriep als een materialistisch werk dat een bedreiging voor de moraal en godsdienst zou zijn. Er worden een veelheid van argumenten en wetenschappelijke gegevens in aangevoerd om de evolutie te bewijzen. Chambers schrijft de ontwikkeling van de kosmos - die zich nog steeds verder ontwikkelt - toe aan een "Principle of Development", waardoor, afhankelijk van de omstandigheden,

The simplest and primitive type [...] gave birth to the type next above it, this again produced the next higher, and so on to the very highest, the stages of advance being very small, namely from one species to another [52].

In deze ontwikkeling is, volgens hem, een duidelijke vooruitgang te constateren. De ontwikkeling van de anorganische en organische natuur beschouwt hij als het resultaat, niet van een persoonlijk ingrijpen van God, maar van "natural laws which are expressions of His Will" [53]. Deze opvatting was volgens Chambers meer in overeenstemming met de waardigheid van God, dan de opvatting dat Hij voortdurend zelf zou moeten ingrijpen in de ontwikkelingen. Door dit boek werd de evolutiegedachte in Engeland een algemeen besproken kwestie. Het werd zorgvuldig bestudeerd door Darwin en Wallace.

Naast Chambers was het vooral Herbert Spencer (1820-1903), een filosoof die met zijn omvangrijk oeuvre, doch vooral met zijn boek "Principles of Biology" (1864), de geesten rijp maakte voor het evolutionisme. De term "Survival of the Fittest" is van hem afkomstig, evenals het gebruik van de term "Evolution" in de hedendaagse betekenis.

#### 1.4 Charles Darwin

Door vele biologen en filosofen wordt de evolutietheorie van Charles Darwin, gebaseerd op het principe van de "natuurlijke selectie", als een revolutie in het denken beschouwd.

In 1859 began what ultimately may prove to be the greatest revolution in the history of thought: the Origin of Species effected an immediate and cataclistic shift in outlook, casting into doubt ideas that had seemed basic to man's conception of the entire universe [54].

Van groot belang voor Darwins geestelijke ontwikkeling was zijn reis, van december 1831 tot oktober 1836, met het fregat H.M.S. "The Beagle", dat ten behoeve van karteringsonderzoek een reis om de wereld maakte [55]. Gedurende deze reis, die hem via de Kaap-verdische eilanden naar Zuid-Amerika en vandaar via de Galapagoseilanden naar Australië en via Zuid-Afrika en Brazilië weer terug naar Engeland voerde, verzamelde hij een overvloed aan materiaal en deed vele interessante waarnemingen op geologisch, paleontologisch en biologisch terrein.

Aan boord las hij o.m. Lyell's "Principles of Geology", een werk dat grote indruk op hem maakte, hetgeen bv. blijkt uit Darwins opmerking in 1844, dat hij het gevoel had dat zijn boeken "came half out of Lyell's brain" [56]. Door het lezen van Lyell leerde Darwin de Natuur te zien door een historische bril, en moet bij hem de idee zijn opgekomen dat ook de veranderingen in de organische wereld te verklaren zijn met behulp van "causes still in operation".

Van groter belang was echter Darwins eigen observatievermogen alsmede zijn vermogen om aan zijn observaties consequenties te verbinden. De kleine variaties in o.a. de snavelvorm van de inheemse vinken op de verschillende eilanden van de Galapagos-archipel, deed bij hem de gedachte aan de mogelijkheid van een transformatie van de soorten opkomen. In zijn "Autobiography" schrijft hij:

During the voyage of the Beagle I had been deeply impressed by [...] the manner in which they differ slightly on each island of the group [...] it was evident that such facts as these, as well as many others, could only be explained on the supposition that species become modified; and the subject haunted me [57].

Na zijn terugkeer in 1836 begon Darwin met het bijhouden van zijn "Notebooks", waarin hij waarnemingen van soortvariatie en zijn eerste gedachten over evolutie optekende. In zijn "Transmutational Notebook" van juli 1837 noteert hij de kern van zijn latere theorie: "In a changing world, species must change in order



to remain adapted". Zijn vermoedens werden versterkt door zijn waarnemingen bij fokkers en kwekers, zodat allengs in hem de overtuiging groeide dat de mens nieuwe rassen maakt door "artificial selection".

De idee van een natuurlijke selectie vond hij in 1838 toen hij Malthus' "Essay on Population" las dat, zoals hij zelf in zijn autobiografie schrijft, een beslissende indruk op hem maakte.

In october 1838 [...] I happened to read for amusement Malthus on Population, and being well prepared to appreciate the struggle for existence which everywhere goes on [...] it at once struck to me that under these circumstances favourable variations would tend to be preserved, and unfavourable ones to be destroyed. The results of this would be the formation of new species. Here, then, I had at last got a theory by which to work [58].

In 1842 deed hij een eerste poging zijn ideeën over een verklaring van evolutie op papier te zetten in de zogenaamde "Sketch" die hij daarna uitwerkte in zijn "Essay on Evolution by Natural Selection" (1844). Darwin wachtte echter met de publicatie van zijn ideeën tot 1858. Toen ontving hij van Alfred Russell Wallace (1823-1913), een bioloog die op dat moment onderzoek deed in Nederlands-Indië, diens manuscript "On the Tendency of Varieties to depart indefinitely from the Original Type" (1858), waarin een theorie werd ontwikkeld die de zijne zeer nabij kwam. Darwin was totaal uit het veld geslagen en schreef aan Lyell: "If Wallace had my sketch written out in 1842, he could not have made a better short abstract" [59].

Ook Wallace was door het lezen van Lyell en Malthus tot de theorie van de natuurlijke selectie gekomen [60].

Op advies van Lyell en Hooker werd zowel het opstel van Wallace als dat van Darwin voorgelezen op een bijeenkomst van de "Linnean Society" op 1 juli 1858. De voordrachten maakten echter weinig indruk.

Op 24 november 1859 tenslotte verscheen Darwins beroemde boek "On the Origin of Species by means of Natural Selection or the Preservation of favoured Races in the Struggle for Life". Hierin worden een enorme hoeveelheid gegevens uit vele verschillende disciplines aangevoerd die zijn theorie moesten ondersteunen. Darwin vond een kracht-ige verdediger voor zijn theorie in zijn landgenoot Thomas Huxley (1825-1895) ("Darwin's Bull") en in de Duitser Ernst Haeckel (1834-1919).

In de jaren tussen 1860 en 1882 zagen niet minder dan elf boeken van Darwins hand het licht, waaronder "The Descent of Man" van 1871, waarin hij argumenten geeft voor de dierlijke afstamming van de mens. Deze opvatting betekende een revolutie in het denken van de mens en gaf uiteraard aanleiding tot grote controverses: de mens als een uniek schepsel Gods leek een sprookje te zijn. Darwin droge vermoeden dat dit "will be highly distasteful to many persons" is een mooi voorbeeld van Engels understatement. Vanwege de controversiële aard van zijn denkbeelden, weigerde koningin

Victoria om Darwin in de adelstand te verheffen.

Darwin stierf op 19 april 1882 en werd begraven in de Westminster Abbey, in de onmiddellijke nabijheid van Newton.

#### 1.4.1 The Origin of Species

In de kern komt de evolutietheorie van Darwin, zoals hij die ontwikkelde in "the Origin of Species", op het volgende neer:

1) er bestaat in de natuur een strijd om het bestaan, als gevolg van de sterke vermeerdering van het aantal organismen en de beperkte levensruimte en levensmiddelen. "It is the doctrine of Malthus applied with manifold force to the whole animal and vegetable kingdoms" [61].

2) de levensomstandigheden van de organismen veranderen voortdurend, zoals o.a. door Lyell was aangetoond.

3) de organismen vertonen een grote mate van variatie, die enerzijds spontaan, anderzijds door inwerking van de omgeving is ontstaan,

4) organismen met aangeboren en overgeërfde variaties die het organisme beter geschikt maken voor de nieuwe omstandigheden, hebben in de strijd om het bestaan een grotere overlevingskans en daardoor een grotere kans op voortplanting. De nakomelingen zullen daardoor de voordelige eigenschappen overerven.

5) door deze "natuurlijke selectie" zullen ongeschikte individuen verdwijnen en zullen de geschikten, die met nieuwe eigenschappen zijn voorzien, overleven en zich vermeerderen. Hierdoor ontstaan nieuwe rassen en tenslotte nieuwe soorten.

Darwin omschrijft de "natuurlijke selectie" als volgt:

As more individuals are produced than can possibly survive, there must be in every case a struggle for existence, either one individual with another of the same species, or with the individuals of distinct species, or with the physical conditions of life [...] Can it then be thought improbable, seeing that variation useful to man have undoubtedly occurred, that other variations useful in some way to each being in the great and complex battle of life, should sometimes occur in the course of thousands of generations? If such do occur, can we doubt [...] that individuals having any advantage, however slight, over others, would have the best chance of surviving and of procreating their kind? On the other hand, we may feel sure that any variation in the least degree injurious would be rigidly destroyed. This preservation of favorable variation and the rejection of injurious variations, I call Natural Selection [62].

Met dit principe meent Darwin de adaptatie van de organismen te kunnen verklaren. Darwin ontleende de onderbouwing van zijn theorie aan de resultaten van artificiële selectie door kwekers en

fokkers, aan de vergelijkende anatomie, de embryologie, de taxonomie, de biogeografie en de paleontologie.

Overigens moeten hier ook de ontwikkeling van de celtheorie (1839) door Schleiden (1804-1881) en Schwann (1810-1882) en de Synthese van Ureum (1828) uit anorganische componenten door Wöhler (1800-1882), worden genoemd als belangrijke argumenten ten gunste van de fundamentele eenheid van al het levende, die een belangrijke vooronderstelling van de evolutietheorie vormt [63].

#### 1.4.2 Wetenschappelijke Kritiek op het Darwinisme

Kritiek bleef Darwin niet bespaard en deze betrof zowel de wetenschappelijke als de wijsgerige aspecten van zijn theorie. In zijn autobiografie merkt Darwin zeer genereus over zijn kritici op: "My views have often been grossly misinterpreted, bitterly opposed and ridiculed, but this has generally been done, I believe, in good faith" [64].

Naast kritiek uit theologische en wijsgerige kringen, waarover we direct zullen spreken, kwam er zwaarwegende kritiek van wetenschappelijke zijde [65]. Grote problemen riep o.a. het mechanisme van de natuurlijke selectie op. Allereerst was daar het probleem dat door de Duitser Kölliker naar voren werd gebracht: door kunstmatige selectie ontstaan weliswaar nieuwe variëteiten (rassen) van dezelfde soort, maar geen nieuwe soorten. Hoe dan zou natuurlijke selectie nieuwe soorten moeten laten ontstaan? Voor Darwin vormde dit echter geen groot bezwaar, omdat volgens hem "there is no essential distinction between species and varieties".

In 1867 werd door de Schotse Fleeming Jenkin een voor Darwin wel hoofdbrekend bezwaar naar voren gebracht. Jenkin betoogde dat Darwins principe van de natuurlijke selectie niet in overeenstemming was met de toenmaals gehuldigde erfelijkheidstheorie van de "blending heredity", die door Kolreuther (1733-1806) en Gaertner (1771-1850) was geformuleerd. Deze theorie ging ervan uit, dat de erfelijke eigenschappen van de ouders bij het nageslacht present waren, gemengd als koffie en melk. Op basis van deze theorie zou een voordelige variatie in de opeenvolgende generaties steeds meer "verwateren" ("swamped out"), en tenslotte verdwijnen, in plaats van door natuurlijke selectie de overhand te krijgen.

Verder was er de vraag of natuurlijke selectie wel in staat geacht kon worden tot werkelijke nieuwe ontwikkelingen bij te dragen, en of ze niet veeleer gezien moest worden als een soort zeef waardoor nadelige varianten werden geëlimineerd.

Tenslotte werd de natuurlijke selectie ontoereikend geacht om de zogenaamde "trends" in de evolutie te verklaren. Sommige dieren, zoals de Sabeltandtijger en het Reuzenhert vertonen een evolutionaire ontwikkeling, die in tegenspraak leek te zijn met het principe van overleving van de best aangepasten. De buitengewoon grote hoektanden resp. geweiën van deze dieren, konden moeilijk als doelmatig en adaptief worden beschouwd. Het concept van de natuurlijke selectie is tot op heden nog steeds een "heet hangijzer" [66]; we zullen er nog uitvoerig bij stil staan.

De bezwaren noopten Darwin om in latere edities van zijn "Origin" steeds meer beroep te doen op ideeën van Lamarck, zoals bv. die van de overerving van verworven eigenschappen en van de variatie door gebruik en niet-gebruik. Zo schrijft hij:

From the facts alluded to in the first chapter, I think there can be little doubt that use in our domestic animals strengthens and enlarges certain parts, and disuse diminishes them; and that such modifications are inherited. Under free nature [...] many animals have structures which can be explained by the effects of use and disuse" [67].

Maar, zo stelde Darwin in de laatste editie, "I am convinced that natural selection has been the main but not the exclusive means of modification" [68].

De noodzaak tot deze Lamarckistische elementen in zijn theorie moet voornamelijk worden toegeschreven aan het feit dat Darwin geen adequate erfelijkheidstheorie bezat. Zijn provisorische "Gemmulaetheorie" van 1868 trachtte een verklaring voor de erfelijkheid van verworven eigenschappen te geven [69]. Maar deze theorie werd onhoudbaar door de "Keimplasma"-theorie van August Weismann (1834-1914). De geslachtscellen ondergaan geen invloeden van de somatische cellen, zo beweerde Weismann [70].

De ironie van het lot wilde echter, dat de monnik Gregor Mendel (1822-1884), in 1865 reeds de sleutel van het erfelijkheidsprobleem in handen had, die de theorie van de "blending inheritance" onhoudbaar maakte [71]. Het belang van deze onderzoeken kan "niet te hoog worden aangeslagen, in verband met de evolutie der organische vormen", zo deelt Mendel zelf mee. Reactie bleef echter uit en als een teleurgesteld man beëindigde Mendel zijn navorsingen om in volstrekte vergetelheid in 1884 te sterven. Zijn studies bleven onopgemerkt tot 1900, toen zij door o.a. de Nederlander Hugo de Vries (1848-1935) werden herontdekt.

#### 1.4.3 Wijsgerige en theologische kritiek

Naast de wetenschappelijke kritiek, werd ook kritiek van wijsgerige aard geleverd:

Op de eerste plaats was er de wetenschapsfilosofische kritiek op het wetenschappelijke karakter van de evolutietheorie, met name door mensen als Whewell (1794-1866), Herschell (1792-1871) en Mill (1806-1873). Op basis van de successen van de fysische wetenschappen sinds de triomf van Newtons methode en theorie, vroegen zij zich af op welke wijze het wetenschappelijke karakter van een theorie beoordeeld moest worden. Darwins theorie werd beoordeeld naar het paradigmatische voorbeeld van Newtons theorie. De theorie van Darwin "violated the rules of induction" en was daarom

niet "echt wetenschappelijk"; zijn theorie was "purely hypothetical" en "has proven nothing", zo verklaarden de critici [72].

Bovendien, zo stelden verschillende critici, is het concept van de "natuurlijke selectie" antropomorf en dus wetenschappelijk onacceptabel [73]. Darwin had immers in zijn "Origin" beweerd, dat hij de term "natuurlijke selectie" had gekozen, "in order to mark its relation to man's power of selection".

Op de tweede plaats werd de theorie van Darwin door voor- en tegenstanders beschouwd als een poging om alle teleologie uit de (levende) natuur te bannen.

De harmonieuze aangepastheid en doelmatigheid van de organismen, zouden volgens de theorie van Darwin niet als zodanig zijn gepland door de Schepper, maar het resultaat zijn van toeval en natuurlijke selectie, waardoor uit een grote hoeveelheid "toevallig" ontstane varianten, alleen de best aangepaste en meest doelmatige overblijven.

Maar zo beweerde bv. Mivart, die in zijn "Genesis of Species" (1871) een uitvoerig overzicht van de kritiek op het Darwinisme gaf, het is onzinnig om te geloven dat een zo perfect orgaan als het oog door natuurlijke selectie van toevallige variaties ontstaan zou kunnen zijn. Darwin erkende weliswaar, dat dit absurd lijkt, maar toch meende hij de mogelijkheid niet te mogen uitsluiten dat dit orgaan middels zeer kleine toevallige stapjes uit voorgaande stadia was ontstaan.

Darwin gebruikte de term "chance" overigens geenszins op een duidelijke wijze. Hij was zich onvoldoende bewust van het problematische karakter van de term "toeval", waaronder hij de ene keer, de onwetendheid omtrent de bepalende oorzaken bleek te verstaan en de andere keer de tegenstelling tot datgene wat bedoeld of gepland is. Dezelfde onduidelijkheid speelt ook de hedendaagse discussies parten.

Als gevolg van de wetenschappelijke en wijsgerige kritiek op Darwins theorie, en vooral door de kritiek op het problematische karakter van het mechanisme van de natuurlijke selectie raakte het Darwinisme op het einde van de 19de eeuw in grote problemen. "At the end of the century Darwinism had reached its lowest ebb" [74]. Mede hierdoor kwam het gedurende de eerste decennia van de twintigste eeuw, tot een herleving van neo-Lamarckistische en vitalistische evolutietheorieën. [75] Zo schrijft zelfs Haeckel in zijn herdenkingsrede ter gelegenheid van het 50-jarig bestaan van de "Origin of Species"

Erst im Laufe der letzten dreissig Jahre hat sich Lamarcks Werk, und zwar in zunehmende Masse, die verdiente Anerkennung gewonnen, die ihm die Zeitgenossen versagten [...] Selbst zwei moderne Schulen, die sich als "Neo-Lamarckismus" und "Neo-Darwinismus" gegenüberstehen, kämpfen gegenwärtig um die Vorrang [76].

Door de latere ontwikkeling van de genetica werd het Lamarckistische element in het Darwinisme overbodig en daardoor werd Darwins evolutietheorie, na een hachelijke periode van "eclipse", wetenschappelijk aanvaardbaar [77].

## 1.5 De Evolutietheorie in de Twintigste Eeuw

Voordat wij ons kunnen verdiepen in de wijsgerige problemen van de hedendaagse evolutietheorie, zullen wij eerst een kort overzicht geven van de geschiedenis en inhoud van de hedendaagse theorie.

Zoals we zagen, leek op het einde van de 19de eeuw het Darwinisme, door gebrek aan experimentele ondersteuning en door bezwaren van wijsgerige en wetenschappelijke aard, in diskrediet geraakt. De herontdekking van de wetten van Mendel, door o.a. de Nederlander Hugo de Vries in 1900, vormde in principe een belangrijke impuls tot de formulering van een adequate genetische theorie, die het Darwinisme zo nijpend ontbeerde. De geneticus Bateson (1861-1926) gaf de situatie goed weer in het voorwoord van zijn "Mendel's Principles of Heredity" van 1902: "In de bestudering van de evolutie was welhaast geen vooruitgang meer te bespeuren [...] [Totdat] men twee jaar geleden onverwacht ontdekte dat een onbekende, Gregor Johann Mendel, [...] op eigen gelegenheid de weg had gevonden - in dezelfde tijd dat Darwin aan het werk was" [78].

Toch leek ook Mendels erfelijkheidstheorie, na herontdekking, aanvankelijk niet in overeenstemming met het Darwinisme te zijn. Immers, "nieuwe" variëteiten waren, volgens Mendel, slechts de uitdrukking van een recombinate van reeds aanwezige erfelijke factoren; echte nieuwe soorten zouden daardoor niet kunnen ontstaan.

De ontdekking van de mutatie, de plotselinge verandering van een erfelijke eigenschap, door Hugo de Vries, beschreven in "Die Mutations-Theorie" (1901), leek echter een oplossing te bieden: de nieuwe soort ontstaat plotseling uit de vorige zonder zichtbare overgangen.

Vele van de toenmalige biologen zagen echter ook in de mutatie geen ondersteuning van het Darwinisme, maar integendeel juist een ondermijning ervan. Volgens het mutationisme immers was de belangrijkste oorzaak van de evolutie niet de natuurlijke selectie, maar de mutatie en ging de evolutie niet geleidelijk (gradualisme), maar sprongsgewijs (saltationisme) [79].

Aan het begin van de twintigste eeuw bestonden er dan ook verschillende, met het Darwinisme rivaliserende verklaringen van de evolutie:

- 1) het Neo-Lamarckisme - nauw verbonden met neo-vitalistische opvattingen, dat de levenskracht als oorzaak van de evolutie beschouwde,

- 2) het Neo-Darwinisme (of selectionisme), dat in de natuurlijke selectie de voornaamste oorzaak van de evolutie zag, en

- 3) het Mutationisme, dat de mutatie als belangrijkste oorzaak beschouwde.

Dat deze verschillende paradigma's naast elkaar konden bestaan was voornamelijk aan het ontbreken van een adequate erfelijkheidstheorie te wijten. Het zou nog tot de jaren dertig duren voordat men zich realiseerde dat de Mendelse genetica, het mutationisme en het selectionisme elkaar aanvulden in plaats van elkaar uit te sluiten [80]. Nog in 1931 kon Charles Singer, een toendertijd gezaghebbend historicus van de biologie, over het Darwinisme opmerken dat "despite the conviction that it carried, its arguments are frequently fallacious" [81].

De ontwikkeling van de evolutietheorie in de twintigste eeuw staat voornamelijk in het teken van de ontraadseling van het mechanisme van de erfelijkheid door de zich snel ontwikkelende genetica, de populatie-genetica en de moleculaire genetica, waardoor tenslotte veel van de wetenschappelijke bezwaren tegen Darwins theorie konden worden weggenomen.

### 1.5.1 De Moderne Evolutietheorie

De grondslag voor de moderne, zogenaamde "synthetische" evolutietheorie werd gelegd door de "architecten" van de zogenaamde "New Synthesis", Dobzhansky, Huxley, Simpson, Waddington, Mayr ea. [82], die hun denkbeelden ontwikkelden op basis van het Darwinistische principe van de natuurlijke selectie en van de principes van de populatiegenetica [83].

#### 1.5.1.1 De Populatiegenetica

Nog in zijn "The Scientific Basis of Evolution" (1932) had de beroemde geneticus Thomas Hunt Morgan (1866-1945) drie mogelijke oorzaken van de evolutie onderscheiden:

- 1) de overerving van verworven eigenschappen, die hij verwierp als vitalistisch,
- 2) de natuurlijke selectie en
- 3) de mutatie.

Volgens hem was niet de natuurlijke selectie, maar de mutatie de fundamentele oorzaak van de evolutionaire verandering.

De beklemtoning van de natuurlijke selectie als de belangrijkste factor, was het gevolg van de ontwikkeling van de populatiegenetica die door de statistici-genetici R.A. Fisher (1890-1962), J.B.S. Haldane (1892-1964), S. Wright (1889- ) en, onafhankelijk van hen, in Rusland door S. Chetverikov, ontwikkeld was. De grondslag ervoor werd in 1908 gelegd door de wiskundige Hardy en de arts Weinberg, die aantoonde dat de Mendelse segregatiewetten tot stochastische regelmatigheden in de genetische samenstelling van de "genen-pool" van populaties zouden leiden. Het zogenaamde Hardy-Weinberg evenwicht geeft aan dat de gen-

frekwenties in de genenpool van een grote "random mating" populatie constant blijven, mits er geen mutatie, immigratie, emigratie en/of natuurlijke selectie plaatsvindt. Door deze belangrijke ontdekking werd het bezwaar van Jenkin tegen het Darwinisme ontkracht: genen worden niet uitgespoeld ("swamped out") door de voortplanting.

Factoren die het Hardy-Weinberg evenwicht kunnen veranderen zijn bv. mutatie, migratie, extinctie, selectie en genetische drift. In de populatiegenetica nu, wordt mathematisch beschreven op welke wijze en in welke mate de distributie van de verschillende genotypes in een populatie kan veranderen, onder invloed van verschillende factoren als mutatie en selectie. Deze theorie werd verder uitgewerkt door vooral de statisticus en geneticus R.A. Fisher, in zijn belangrijke boek "The genetical Theory of Natural selection" (1930). Hij toonde door een in feite zeer eenvoudige berekening aan dat zelfs door een heel klein selectievoordeel, een mutant gen in vrij korte tijd over de populatie verspreid wordt. Onder invloed van een bepaalde selectie-druk, uitgeoefend door de milieu-omstandigheden kan de gen-frequentie dus verschuiven in positieve of negatieve zin en tot grote verschuiving in de genensamenstelling van de populatie aanleiding geven [84]. Fisher bewees daarmee dat de Mendelse genetica een belangrijke ondersteuning van het Darwinisme vormt, in plaats van ermee in tegenspraak te zijn: de Mendelse genetica vormt de genetische basis van de theorie van de natuurlijke selectie.

Ook het Neo-Lamarckisme moest tenslotte het loodje leggen. De ingenieuze "stempeltechniek" van de Lederbergs (1952) bij mutantstammen van de bacterie *Escherichia coli*, toonde aan dat erfelijkheid van verworven eigenschappen niet plaats vindt, maar dat selectie inderdaad werkt op de mutanten die reeds voor het optreden van de betreffende selectieoorzaak in de populatie aanwezig zijn, en niet erdoor worden geïnduceerd [85].

### 1.5.1.2 Moleculaire Biologie

Ook de ontwikkelingen in de moleculaire biologie, leverden belangrijke bijdragen tot het inzicht in het erfelijkheidsmechanisme [86]. Ondanks het feit dat de relatie tussen de erfelijkheid en de nucleïnezuuren in de celkern reeds veel eerder werd gesuggereerd [87], duurde het tot 1952 voor men overtuigd raakte van de rol van DNA in de erfelijkheid, en wel door de experimenten van de zogenaamde "Faag-groep" (Delbrück, Hershey en Luria) aan de T2-fagen [88].

In 1953 verbaasden James Watson en Francis Crick de wetenschappelijke wereld met hun ontsluiting van de 3-dimensionale structuur van het DNA-molecuul [89]. Op basis van deze structuur bleek het DNA al die functies te kunnen vervullen, die men van een erfelijkheids-substantie mocht verwachten: stabiliteit, mogelijkheid tot mutatie en recombinatie en vermogen tot exacte reproductie [90]. Het door Crick geformuleerde zogenaamde "Cen-



trale Dogma" van de biologie - inhoudende dat de genetische informatie alleen in de richting DNA -> RNA -> Eiwit kan verlopen, via transcriptie van DNA in mRNA, en van translatie van mRNA in Eiwit - bevestigde nogmaals dat de erfelijkheid van verworven eigenschappen niet mogelijk is. Het centrale dogma vormt het moleculair-genetische fundament van de moderne evolutietheorie [91].

Door Jacob en Monod werd een ingenieus "cybernetisch" model ontworpen [92], waarmee het in principe mogelijk werd de rol van DNA in zowel de regulatie van het celmetabolisme als in de regulatie van ontwikkelingsprocessen, te begrijpen [93].

Door hen werd het belang van de cybernetische denkwijze - met behulp van het concept van de "terugkoppeling" ("feedback") - voor het begrijpen van de cellulaire processen duidelijk gedemonstreerd. Ditzelfde concept van terugkoppeling zou ook een fundamentele rol gaan spelen in de poging om de teleologie tot een adequaat wetenschappelijk begrip te herformuleren. Doeloorzaken aan te nemen leek daardoor overbodig te worden: ontogenie en fylogenie leken verklaarbaar op basis van cybernetische en mechanistische principes. Of deze claim waar gemaakt kan worden, is mede het onderwerp van deze studie.

## 1.6 Inhoud van de Moderne Evolutietheorie

De moderne synthetische evolutietheorie brengt de gegevens van de genetica, de cytologie, de moleculaire biologie, de anatomie, de embryologie, de paleontologie en de biogeografie binnen een omvattende theorie met elkaar in samenhang. Het selectionisme, het mutationisme, en zelfs een neo-Darwinistische interpretatie van het Lamarckisme worden erin opgenomen en met elkaar verzoend. Het belangrijke verschil tussen de moderne en de klassieke evolutietheorie is volgens Ernst Mayr (1904- ) haar polyforme aanpak:

The modern synthesis selected the best aspects of earlier hypotheses and combined them in a new and original manner. The major fault of these hypotheses was that they tried to explain evolution by a single factor [...] The Modern Synthesis however is a poly-factor or poly-causal explanation of evolution [1].

In zijn befaamde boek "Evolution, The Modern Synthesis" uit 1942, bracht Julian Huxley (1887-1975), kleinzoon van de vriend van Darwin, voor het eerst alle evidenties voor de moderne synthese bijeen [2]. In het voorwoord tot dit boek deelt Huxley triomfantelijk mee dat

Darwins theory has become increasingly confirmed and all vitalistic and finalistic theories have become increasingly untenable.

Het was de invloedrijke geneticus Theodosius Dobzhansky (1900-1975), die in zijn boek "Genetics and the Origin of Species" (1937) de genetische basis legde voor de synthetische theorie, en de verschillende "oorzaken" van de evolutie met elkaar integreerde. Volgens hem werd de biologie daardoor fundamenteel Evolutie-biologie.

We are now witnessing the emergence of a new science of life, unified by the great evolutionary idea: Evolutionary Biology [3].

Fundamentele bijdragen tot de "Modern Synthesis" werden ook geleverd door onder meer de zoöloog Ernst Mayr met zijn "Systematics and the Origin of Species" (1942), door de botanicus Stebbins met zijn "Variation and Evolution of Plants" (1950), door de paleontoloog Simpson met zijn "Tempo and Mode in Evolution" (1944), en door de embryoloog Waddington met zijn "The Strategy of the Genes" (1956) [4]. In zijn laatste boek "Evolution" (1977), waarin alle gegevens ten gunste van de evolutietheorie werden bijeengebracht, beweert Dobzhansky dat de recente geschiedenis van de biologie in toenemende mate heeft aangetoond dat "nothing in biology makes sense except in the light of evolution" [5].

### 1.6.1 Schets van de Hedendaagse Theorie

Volgens de moderne evolutietheorie zijn er drie fundamentele mechanismen of "oorzaken", die het evolutieproces verklaren:

1) mutatie en recombinatie zijn de oorzaak van het ontstaan en de handhaving van de genetische variabiliteit. Vooral het "toeval-  
lige" karakter wordt hiervan benadrukt;

2) natuurlijke selectie als oorzaak van adaptatie en de evolutionaire veranderingen. Hierbij wordt vooral gewezen op het "richtende" karakter van de selectie;

3) isolatie-mechanismen als oorzaak van het ontstaan van nieuwe soorten.

De evolutie is, volgens deze principes, niet het gevolg van een "inborn drive towards perfection", maar van externe factoren: mutatie, selectie en isolatie. De term "extern" is echter niet zonder meer eenduidig: noch mutatie, noch selectie, noch isolatie zijn louter "extern".

De vraag of deze "oorzaken" noodzakelijk en/of voldoende zijn, is overigens nog niet opgehelderd. Het verschil in opvattingen hieromtrent zal wederom blijken mede het gevolg te zijn van onduidelijkheid omtrent de begrippen "toeval", en "(doel)gericht".

#### 1.6.1.1 Genetische variabiliteit

In tegenstelling tot de zogenaamde klassieke opvatting die uitging van de hypothese van een minimale genetische variabiliteit van een soort, hebben de onderzoeken van o.a. Dobzhansky en medewerkers aangetoond dat er een zeer grote mate van variatie binnen een soort bestaat. De soort blijkt "polytypisch", dat wil zeggen, dat ze is samengesteld uit verschillende populaties met verschillende "genenpools", die (meestal) geleidelijk van elkaar verschillen.

De belangrijkste bron van het ontstaan van nieuwe erfelijke eigenschappen in een populatie, zijn de "toevallige" mutaties [6].

Een andere belangrijke bron van (nieuwe) genen in een populatie is de "instroom" ("gene-flow") door immigratie van een andere stam in het betreffende leefgebied van de populatie.

Maar de Recombinatie is verreweg de belangrijkste oorzaak van de genotypische variatie, omdat door recombinatie de verschillende genen in nieuwe combinaties worden gebracht. Ook deze combinaties ontstaan bij toeval ("at random") als een gevolg van de uitwisseling van chromosoomdelen ("crossing over") tijdens de paring van de homologe mannelijke en vrouwelijke chromosomen, tijdens de meiose [7]. De verschillende allelen van de verschillende genen kunnen zo door recombinatie, een enorm aantal verschillende combina-

ties vormen. In tegenstelling tot mutatie en "inflow", heeft recombinatie geen invloed op de gen-frekwentie.

Mutatie wordt "toevallig" genoemd en het woord "toevallig" betekent hier (vaak) dat de mutaties ontstaan, onafhankelijk van de behoeften van het betreffende organisme. Ook recombinatie wordt "toevallig" genoemd, maar hier wordt dan vooral het stochastische karakter van de combinaties en de distributie ervan, bedoeld. De complexiteit van betekenis die eigen is aan de term "toeval", blijkt dus reeds hier.

#### 1.6.1.2 Natuurlijke Selectie

De natuurlijke selectie wordt door de meeste biologen als de belangrijkste oorzaak van de verandering van de gen-frekwentie in een populatie - en daardoor van evolutie - beschouwd. Deze natuurlijke selectie is het gevolg van de strijd om het bestaan, die elk individu van een soort moet voeren tegen mededingers bij het zoeken naar voedsel en seksuele partners, tegen prooizokers, parasieten, ziekteverwekkers enz.

Terwijl voor Darwin het principe van de natuurlijke selectie "differential survival" betekende, wordt het tegenwoordig, door de moderne evolutietheorie begrepen als "differential reproduction". In de strijd om het bestaan zal dat individu zijn voortbestaan verzekeren, dat het best aan de omstandigheden is aangepast, en daardoor is dit organisme beter in staat om nakomelingen te verwerven dan zijn minder fortuinlijke broeders of zusters. Het kan daardoor zijn voordelige genencombinatie op de volgende generatie overdragen. Het effect van de natuurlijke selectie wordt dus afgemeten naar het reproductieve succes of falen van een genencombinatie. M.a.w., minder voordelige genencombinaties ondervinden een grotere selectiedruk dan andere combinaties en zullen daardoor tenslotte in relatieve frekwentie afnemen.

De natuurlijke selectie heeft tot gevolg dat de meest optimale en geschiktste ("fittest") genencombinatie zal worden begunstigd en mutant-genen met schadelijke en/of dodelijke uitwerking langzamerhand uit de genen-pool van de populatie zullen verdwijnen, waardoor de frekwentie van de optimale genen-combinaties in de populatie toeneemt, in afhankelijkheid van de "selectiedruk" ("selection pressure") van de omgeving. Zowel adaptatie als evolutionaire verandering zijn dus het resultaat van selectie door de omgeving.

De milieu-verandering is dus de externe drijfkracht achter de selectie. De invloed van deze factor is afhankelijk van haar sterkte (selectie-druk), van haar snelheid ("selection-rate"), en van haar wijze van werking ("selection-mode"). Al naar gelang de wijze waarop het milieu verandert, worden er namelijk drie typen van natuurlijke selectie onderscheiden. Deze typen ("modes") van natuurlijke selectie zijn:

1) Stabiliserende selectie ("Stabilizing, normalising selection"): door het constant blijven van het milieu wordt het bestaande genen-evenwicht gehandhaafd en worden optredende varianten die van dit evenwicht afwijken, geëlimineerd door selectie. Dit uit zich in de zogenaamde "Stasigenese",

2) Gerichte selectie ("directional or dynamic selection"): door een voortdurende verandering van het milieu in een bepaalde richting, verschuift het evenwicht in een bepaalde richting. Dit drukt zich uit in "Anagenese", dat wil zeggen de lineaire verandering binnen een bepaalde soort [8].

3) Verdelende selectie ("diversifying, disruptive selection"): door een opdeling van het milieu in verschillende ecologische niches, splitst de populatie zich in verschillende sub-populaties. Zij drukt zich uit in de zogenaamde "Cladogenese", die tot diversiteit, dat wil zeggen, tot het begin van nieuwe soortvorming kan leiden [9].

In een veranderende omgeving is de samenstelling van de "genen-pool" van een populatie dus aan een voortdurende verandering onderhevig ("directional selection"), terwijl in een stabiele omgeving de (optimale) samenstelling van de genenpool wordt gehandhaafd ("stabilizing selection", "Normalizing" of "balancing selection").

De selectie kan overigens ook de genetische variabiliteit van de populatie helpen handhaven, zoals in het geval van "heterosis". Dit is het verschijnsel waarbij de heterozygote vorm beter geschikt is dan de homozygote vorm ("heterozygous advantage"), waardoor de polymorfe samenstelling van de populatie voor het betreffende gen wordt gestabiliseerd. Op deze wijze begunstigt de selectie de variabiliteit van een populatie.

Naast de "richtinggevende" activiteit van de natuurlijke selectie, bestaat er de zogenaamde "genetische drift": dit is een verschuiving van de gen-frekwentie, die niet het gevolg lijkt te zijn van enige selectiedruk, maar "zomaar", "spontaan" gebeurt. Het kan het resultaat zijn van een reductie van een populatie als gevolg van een catastrofe, of als gevolg van het wegtrekken van een deel van een populatie. Door het zogenaamde "sampling-effect" wordt de stochastische verdeling van de genen-frekwenties aanzienlijk veranderd ten opzichte van de verdeling in de oorspronkelijke populatie.

Een verandering van de genenfrequentie door natuurlijke selectie wordt "gericht" genoemd, terwijl de verandering van de genenfrequentie door "genetic drift" weer "niet-gericht" ("undirected" of "at random") wordt genoemd. Eén van de belangrijkste problemen van de hedendaagse evolutietheorie is te bepalen wat het relatieve belang van de "richtende", "deterministische" en "stochastische" factoren in de evolutie is.

Juist het belang van deze vraag vereist echter de nodige omzichtigheid bij het gebruik van de sleuteltermen die in de vele discussies omtrent die vraag voortdurend terugkomen. Termen als "directional", "randomness", "stochastical", en "deterministic", zijn zo geladen met teleologische boventonen dat de bioloog het probleem van de teleologie haast niet kan ontwijken. Dit geldt overigens ook voor het straks nog te bespreken concept van "adaptatie".

De invloed van de natuurlijke selectie op genen-combinaties heeft immers mede tot gevolg dat de organismen geadapteerd zijn aan hun omgeving. Maar organismen zijn volgens Stebbins vaak "less than perfectly adapted", als gevolg bv. van wat hij "mozaiek-evolutie" noemt, dat wil zeggen dat verschillende eigenschappen "op quasi-onafhankelijke" wijze van elkaar evolueren [10]. De term "volmaakt" roept echter onmiddellijk de vraag op naar de criteria van een volmaakte aanpassing.

### 1.6.1.3 Speciatie door Isolatie

Een soort wordt gedefiniëerd als een natuurlijke eenheid van organismen die door voortplanting, (vruchtbare) nakomelingen (kunnen) produceren, en die daardoor een gemeenschappelijke genenpool delen en reproductief geïsoleerd zijn van andere dergelijke groepen, waarmee ze dus geen gemeenschappelijke genenpool delen.

Tot werkelijke soort-vorming komt het daarom pas indien de verschillende sub-populaties reproductief van elkaar geïsoleerd worden, d.w.z. als leden van de ene populatie niet meer de gelegenheid hebben om vruchtbare nakomelingen te produceren met leden van de andere populatie. Van het ontstaan van nieuwe soorten spreken we, indien vertegenwoordigers van verschillende populaties, eens behorend tot eenzelfde soort, geen vruchtbare nakomelingen meer (kunnen) leveren na paring, dat wil zeggen indien ze reproductief van elkaar zijn (worden) geïsoleerd. Het probleem van het ontstaan van nieuwe soorten is volgens Mayr, identiek met dat van het ontstaan van reproductieve isolatie [11]. Reproductieve isolatie kan veroorzaakt worden door verschillende mechanismen:

1) Pre-zygotische reproductieve isolatie: deze voorkomt het ontstaan van een hybride zygote (bevruchte eicel) van de parentale individuen [12].

2) Post-zygotische reproductieve isolatie: deze voorkomt de uitgroei van een hybride zygote tot een geslachtsrijp individu [13].

De reproductieve isolatie beperkt de genen-uitwisseling tussen populaties, en als gevolg hiervan ontstaan tenslotte nieuwe soorten.

De reproductieve isolatie kan verschillende oorzaken hebben, doch de belangrijkste is volgens Mayr, de geografische isolatie (Geografische of allopatrische speciatie) [14]. Hij beschouwt de geografische speciatie als één van de sleuteltheorieën van de evolutionaire biologie. Door het ontstaan van een geografische barrière tussen sub-populaties, is genenuitwisseling onmogelijk en wordt de divergerende tendens, door selectie van de verschillende ecologische niches, bekrachtigd. Daardoor raken deze sub-populaties genetisch, fysiologisch, anatomisch, en ethologisch zover van elkaar verwijderd, dat bij hybridisatie geen (vruchtbare) nakomelingen meer kunnen ontstaan.

De rol van sympatrische speciatie - het ontstaan van intersteriliteit tussen twee sub-populaties, niet als gevolg van geografische isolatie, maar door bv. ecologische of ethologische isolatie - is nog niet geheel opgehelderd.

### 1.6.2 De Rol van het Toeval

Velen, ook biologen, hebben problemen met de moderne evolutietheorie vanwege de rol die het toeval erin zou spelen. In vele verhandelingen over de evolutietheorie wordt die rol van het toeval vaak sterk benadrukt, en daaraan bovendien de conclusie verbonden dat er dus geen sprake is van teleologie in de evolutie. "Die Zweckmässigkeit ist ohne Zweck" [15]. Bij vele auteurs wordt gesteld of gesuggereerd dat de doelmatigheid in de natuur het resultaat is van "toeval en noodzaak". De betekenis van "toeval" (evenmin overigens van "noodzaak") wordt echter zelden toegelicht.

Samenvattend speelt het "toeval", wat deze term dan ook moge betekenen, een rol

- bij het ontstaan van mutaties,
- bij het ontstaan van de gameten: de combinatie van de (voor-) ouderlijke genen,
- bij de paarvorming van mannelijke en vrouwelijke organismen,
- bij de combinatie van de gameten, tijdens de bevruchting,
- bij het ontstaan van de recombinaties tussen delen van de homologe chromosomen tijdens de paarvorming ervan,
- bij de scheiding van de chromosomen tijdens de meiose,
- bij het zogenaamde "sampling effect", met betrekking tot de genen-pool, bij afsplitsing van kleine populaties ("founder-effect"),
- bij de "genetic drift" d.w.z bij een niet door selectie veroorzaakte verschuiving en verdeling van de genenfrequenties.

Al deze factoren worden toevallig genoemd. In de Engelse literatuur worden hierbij de termen "chance", "accidental", "at random", en "spontaneous" door elkaar gebruikt. De betekenis van die termen wordt echter vaak in het midden gelaten. Een enkele keer vindt men evenwel een poging de betekenis ervan toe te lichten. Hierbij valt vooral het uiteenlopende karakter van de diverse interpretaties op. Al naar gelang de auteur of de context, betekent "toeval":

- "ongericht" ("undirected"), in de zin dat wijzigingen zich niet in een bepaalde richting voordoen.
- "willekeurig", dat wil zeggen niet bepaald door een bepaalde beginsel,
- niet bepaald door de behoeften van het organisme,
- niet bepaald door een bepaalde voorkeur,
- bepaald door onbekende oorzaken,
- bepaald door de wetten van de waarschijnlijkheidsrekening,
- onvoorspelbaar.

Duidelijk is inmiddels wel dat er grote onduidelijkheid heerst met betrekking tot het begrip "toeval". We zullen in deze studie trachten duidelijk te maken dat deze verwarring een gevolg is van een onjuiste opvatting over dat wat teleologie is.

### 1.6.3 Beperking van het Toeval

Verschillende biologen hebben problemen met de rol die het toeval in de evolutietheorie speelt, en hebben gepoogd het toevalskarakter te beperken. Dit gebeurt voornamelijk door een beroep op drie principes:

- de natuurlijke selectie, die een "richtende" ("directing") factor zou zijn
- de zogenaamde "genetische homeostasis", die het effect van het toeval inperkt en
- de zogenaamde "constraints" van o.a. embryogenetische aard.

#### 1.6.3.1 De Natuurlijke Selectie als Richtende Factor

Volgens Dobzhansky zijn mutaties veranderingen die weliswaar "toevallig" zijn, - dat wil zeggen, niet afhankelijk van, of bepaald door, de behoeften van het organisme, - maar daarom nog niet "willekeurig" zijn. De plaats en de aard van de mutatie is namelijk afhankelijk van de structuur van het genoom [16].

Bovendien bepalen de mutaties zelf het verloop van de evolutie niet. Zij leveren slechts de grondstof. In het verloop van de evolutie wordt het toeval door een "anti-toevalsmacht" gebreedeld. Dobzhansky beschouwt de natuurlijke selectie als deze anti-toevalsfactor [17]. Het is de natuurlijke selectie die daarbij "richtend" optreedt, ofschoon ze echter ook "opportunistisch", dat wil zeggen naar de omstandigheden van het moment, te werk gaat. Mutaties zijn dus weliswaar toevallig, maar de natuurlijke selectie is een "ordenende factor" die een noodzakelijke en zinvolle relatie van het organisme met de omgeving bewerkstelligt. Volgens hem is de natuurlijke selectie niet slechts een zeef, die nadelige mutanten elimineert, maar is ze ook een creatief proces. Zij doet reële nova ontstaan, dat wil zeggen: genotypen die er voorheen nog niet waren [18].

De positie van Dobzhansky is dus nogal dubbelzinnig: de natuurlijke selectie is toevallig in de zin dat deze niet het resultaat is van een behoefte of een intentie, maar ze is evenzeer anti-toevallig, en wel in de zin dat ze leidt tot noodzakelijke en zinvolle aanpassingen.



### 1.6.3.2 Genetische Homeostasis als Breideling van het Toeval

Naast de natuurlijke selectie speelt ook het principe van de zogenaamde "genetische homeostasis" een belangrijke rol bij de inperking van het toeval. Vooral Mayr heeft hierop gewezen [19].

Ofschoon genen wel onafhankelijk van elkaar worden overgeërfd, werken zij niet onafhankelijk van elkaar. Zo kan een gen invloed uitoefenen op verschillende fenotypische eigenschappen ("pleiotropie") en kunnen meerdere genen invloed uitoefenen op een enkele fenotypische eigenschap ("polygenie") [20]. In feite werken alle genen samen in de vorming van een gezamenlijke genetische invloed: het genencomplex. Dit heeft tot gevolg dat het effect van een mutatie niet alleen afhangt van de aard van het betreffende gemuteerde gen, maar mede wordt bepaald door de invloed van het totale genencomplex: een mutatie van een bepaald gen is in het ene genencomplex gunstiger - of schadelijker - dan in het andere. Bovendien kan het effect van een gen veranderen door mutaties en recombinaties in andere delen van het genencomplex.

De verschijningsvorm van elk organisme is dan ook het resultaat van de wisselwerking tussen dit interne genencomplex en het externe milieu waarin het opgroeit. Alleen het effect van het totale genencomplex is aan selectie onderworpen, niet de afzonderlijke (effecten van) genen [21]. Dit verklaart dat genen "gekopeld" blijven, dat wil zeggen dat een bepaalde combinatie van genen ("supergenes") zich hand-haakt omdat deze een selectief voordeel vertoont. Hierbij kunnen genen betrokken zijn die op verschillende chromosomen zijn gelegen [22]. De genen die op harmonische wijze samenwerken vertonen de tendens om als gehelen te worden geselecteerd, en worden daardoor in de populatie geaccumuleerd ("co-adaptatie") [23]. Het genencomplex vormt met de omgeving een dermate subtiel evenwicht, dat wij slechts zelden kunnen verwachten dat een mutatie voordeel oplevert; bovendien zullen slechts mutaties met gering effect succesvol kunnen zijn.

Door de genetische homeostasis wordt het effect van het toeval door mutatie en recombinatie dus "gebreideld" [24]. Deze "buffer" - als gevolg van "genetic inertia" [25]- tegen de accidentele en toevallige gebeurtenissen is nu een belangrijke factor bij het ontstaan van de evolutietrends: plotselinge veranderingen en ombuigingen worden erdoor voorkomen. De evolutie verkrijgt daardoor een conservatieve tendens.

### 1.6.3.3 Constraints

Overigens zijn er nog andere "constraints" werkzaam. De ontwikkeling van een organisme wordt bepaald door de interactie van genoom en epigenoom, dat wil zeggen het totaal aan processen die de embryogenese bepalen. Daardoor is de "fitness" van een organisme niet alleen een genetische kwestie, maar een "epigenetische": "Fitness is not a genetic trait but an epigenetic one, i.e. resulting from the interaction of gene-controlled processes" [26]. Vooral Waddington (1905-1975) heeft op deze onderlinge interactie en afhankelijkheid van het genotype en epigenotype gewezen.

Omdat ook de processen die betrokken zijn bij de embryogenese, harmonisch op elkaar zijn afgestemd, vormt ook het bestaande ontwikkelingspatroon een "buffer" tegen plotselinge veranderingen door mutaties. Het lot van de mutatie wordt bepaald door wat binnen dat ontwikkelingspatroon mogelijk is. Vele mutaties leiden daardoor tot "niet-levensvatbaarheid". Deze door Waddington beschreven epigenetische homeostasis beperkt dus ook de effecten van random veranderingen in het genotype en fenotype.

De veranderingen van een organisme tijdens de evolutie zijn dus niet volstrekt willekeurig of toevallig, maar bepaald en beperkt door het aantal variaties dat mogelijk is binnen genotype en bouwplan. Daardoor ontstaat een stabiliserende en conserverende tendens in het evolutieverloop, waardoor eveneens, nog steeds volgens de evolutiebiologen, de indruk van de schijnbare doelgerichtheid van de evolutie ("orthogenese") ontstaat.

### 1.6.4 Trends

Dit trendmatige karakter van de evolutie staat volgens vele evolutiebiologen buiten kijf. Sommigen hebben getracht deze gerichtheid te verklaren door beroep te doen op de doelgerichtheid van de evolutie, een opvatting die "orthogenese" wordt genoemd en die vaak wordt geïdentificeerd met de opvatting dat er in de evolutie een speciale "levenskracht" werkzaam is (vitalisme), die het evolutionaire proces naar een bepaald doel leidt (finalisme). De moderne biologie wijst echter het gehele complex van orthogenese-vitalisme-finalisme van de hand, voornamelijk omdat het beroep op dergelijke "sturende krachten" onbewijsbaar en antropomorf zou zijn.

Anderen trachten het trendmatige karakter te verklaren door het wetmatige karakter van de evolutie te benadrukken (zoals o.a. Rensch [27]). Weer anderen achten de natuurlijke selectie verantwoordelijk voor de evolutionaire trends. De richting van de evolutie is dan een gevolg van het feit dat de omgeving in een bepaalde richting verandert, die d.m.v. de natuurlijke selectie zijn invloed uitoefent op de adaptatie van de organismen. Ook genetische en epigenetische "constraints" worden verantwoordelijk gesteld voor het trendmatige karakter van de evolutie, zoals we boven reeds zagen.

Mede als gevolg van de toenemende belangstelling voor de ecologie, wordt ook op de wisselwerking tussen organismen onderling en omgeving de nadruk gelegd, als mogelijke oorzaak van "breideling" van het toeval. Zo werd door Futuyama (1979) gewezen op de zogenaamde "co-evolutie", als gevolg van een interactie tussen organismen van verschillende soort. Hierbij wordt de evolutie gedreven doordat niet-verwante soorten van organismen met elkaar in wisselwerking treden. Hierbij denke men aan de wisselwerking tussen bv. roof- en prooidieren, of aan parasieten die tegen een bepaald afweermechanisme van hun gastheer, nieuwe technieken ontwikkelen om deze te neutraliseren [28]. Omdat het ene organisme reageert op de evolutionaire vernieuwing van het andere, ontstaan netwerken van relaties en "trends", die het "toeval" mede inperken.

Deze door de selectie en/of door "constraints" bepaalde gerichtheid is echter volkomen "blind" en allerminst doelgericht.

Inmiddels mag duidelijk zijn geworden dat deze wetenschappelijke controverses mede ontstaan als gevolg van de wijsgerige problemen die met de begrippen "toeval", "noodzaak" en "doelgericht" gepaard gaan, en die vaak door wetenschappers over het hoofd gezien worden.

In de moderne evolutietheorie spelen wijsgerig geladen begrippen dus een belangrijke rol, hetgeen vaak de voornaamste oorzaak lijkt te zijn van de grote meningsverschillen. Ook de wetenschappelijke problemen met betrekking tot de evolutietheorie - die wij in de volgende paragraaf kort de revue laten passeren - lijken voor een belangrijk deel het gevolg te zijn van onvoldoende helderheid omtrent deze begrippen, zoals "doelgerichtheid", "noodzaak" en "toeval".

In de volgende paragrafen, zullen eerst de belangrijkste wetenschappelijke bezwaren onder de loep genomen worden. Daarna worden de wijsgerige problemen besproken.

## 1.7 Wetenschappelijke problemen

Een toenemend aantal biologen beschouwt de synthetische theorie niet meer als adequaat. De opmerking in het aan de in 1976 plotseling overleden Dobzhansky opgedragen boek, dat "perhaps this is the last time that a reasonably comprehensive account of the theory of evolution can be encompassed in a single volume" [29], lijkt dan ook minder te wijzen op de overmaat aan gegevens, dan op het ontbreken van een omvattende, adequate theorie. Vooral op het grote evolutie-congres in Chicago in 1979, werden de tegenstellingen manifest.

In toenemende mate wordt erkend dat de synthetische theorie te simplistisch is, omdat ze teveel een unilineaire oorzaak-gevolgrelatie aanvaardt tussen genotype en fenotype, en tussen milieu en organisme, en dat ze te weinig aandacht heeft voor het netwerk van relaties tussen de verschillende niveaus van genotype, embryogenese, organisme, ecologische relaties en gedrag van het organisme. Reeds Waddington wees op de afhankelijkheid van deze niveaus [30].

Naar zijn opvatting wordt het evolutionaire proces door vier met elkaar samenhangende systemen bepaald: 1) het Genotype 2) het Milieu 3) het Epigenetische systeem en 4) het Exploratieve systeem (het gedrag van het organisme). Terwijl aan de interactie van de eerste twee systemen in de synthetische theorie overvloedig aandacht wordt besteed, is de belangstelling voor de invloed van de laatste twee systemen op de richting van het evolutionaire proces nog onvoldoende.

In het afgelopen decennium zijn allerlei pogingen ondernomen om deze verschillende niveaus in een samenhangende theorie te integreren, waarbij vooral aandacht aan embryogenese en ecologie wordt besteed [31]. Vooral ook de systeemtheoretische aanpak van de evolutie, voorgesteld door o.a. Riedl, wordt aangeprezen als de oplossing van vele problemen.

De kritiek richt zich ook op de vermeende adequaatheid van bepaalde fundamentele van de neo-Darwinistische theorie [32]. Vaak betreft deze overigens een heropleving van vragen, die ook reeds naar aanleiding van het Darwinisme opdoken, zoals de rol van de natuurlijke selectie, de overerving van verworven eigenschappen en de vraag of de evolutie "gradualistisch" of "saltationistisch" verloopt.

Binnen het kader van deze studie verdienen alleen die problemen onze aandacht die, direct of indirect te maken hebben met de gerichtheid van de evolutie. Vooral met betrekking tot deze kwestie rijzen er belangrijke wijsgerige vragen en is de verwarring door onzorgvuldig gebruik van begrippen groot. Onderstaande problemen hebben alle met deze kwestie te maken en verdienen dan ook een nadere bespreking.

Vier fundamentele van de neo-Darwinistische Synthetische theorie staan ter discussie:

1) De opvatting dat de evolutie geleidelijk verloopt ("gradualisme"), wordt voornamelijk door paleontologen als Gould, Eldridge en Stanley bestreden. Zij opteren voor een "saltationisme" of "punctualisme" [33]. De tegenstelling betreft ook de vraag of de moderne evolutietheorie in staat is om, niet alleen de micro-evolutie ("speciatie") maar ook de macro-evolutie ("fylatie"), te verklaren ("trans-specifieke evolutie") [34].

2) De opvatting dat de natuurlijke selectie de voornaamste drijfkracht van het evolutieproces is ("selectionisme"), wordt voornamelijk door moleculair biologen, zoals o.a. Kimura, bestreden. Deze opteren voor het zogenaamde "neutralisme" [35]. De tegenstelling betreft de vraag of de, door het moleculair-biologisch onderzoek aan de dag getreden, grote variatie in eiwitten en nucleinezuren, nog te rijmen is met het principe van natuurlijke selectie. De "neutralisten" verdedigen de stelling dat evolutie op moleculair niveau voornamelijk het gevolg is van "random drift" in plaats van natuurlijke selectie.

3) De opvatting dat verworven eigenschappen erfelijk kunnen zijn (Lamarckisme), blijkt niet zonder meer afgewezen te kunnen worden, zoals blijkt uit de onderzoeken van o.a. Waddington, die met zijn theorie van de "genetic assimilation of acquired characters", het mogelijk maakt om dit "Lamarckistische" verschijnsel in Darwinistische termen te verklaren.

4) Verder staat ter discussie, de rol van het gedrag van het dier en zijn vermogen zijn milieu te "kiezen" in het evolutieproces, een factor die vaak als vitalistisch wordt afgedaan.

In laatste instantie richt zich in al deze gevallen de kritiek op de rol van de natuurlijke selectie in de evolutie [36]. Deze kritiek is hier van belang, omdat, zoals reeds in het voorgaande bleek, door vele biologen de natuurlijke selectie wordt beschouwd als de voornaamste en primaire richting-gevende factor in de evolutie.

Het neutralisme bestrijdt de primaire rol van de natuurlijke selectie ten gunste van "het toeval": het toeval speelt volgens de neutralisten een veel grotere rol, dan door de selectionisten wordt toegegeven. Het saltationisme bestrijdt de primaire rol van het toeval, ten gunste van de "wetmatigheid": volgens de saltationisten is de evolutie veel behoudender, conservatiever als gevolg van allerlei zogenaamde "constraints", dan door de gradualisten wordt erkend. Ook de opvatting van de "genetic assimilation", is gebaseerd op de veronderstelling van het bestaan van embryologische constraints, door Waddington "canalisation" genoemd. Tenslotte betwijfelt de theorie van de "behavioral selection" de primaire rol van de natuurlijke selectie ten gunste van "doelgerichtheid": volgens deze theorie speelt, via het kies-gedrag van het organisme, het "mentale", een grotere rol, dan door de neo-Darwinisten wordt vermoed.

Al deze kwesties zijn dus relevant voor het probleem van evolutie en finaliteit, omdat ze alle te maken hebben met vragen omtrent de begrippen "toeval", "noodzaak" en "doelgerichtheid". Het neutralisme tracht vooral het toevalskarakter van de evolutie te benadrukken, het saltationisme vooral het noodzakelijkheidskarakter ervan, terwijl de theorie van de "behavioral selection" vooral de nadruk legt op "doelgerichtheid".

### 1.7.1 Neutralisme

De uitvinding van de electrophorese in de jaren 60, gaf onderzoekers de mogelijkheid eiwitten aan een nauwkeurige analyse te onderwerpen. Hierdoor werd duidelijk dat enzymatische eiwitten, ondanks een identieke functie, een veel grotere variatie in hun structuur, dat wil zeggen in hun samenstelling van aminozuren, vertoonden, dan voor mogelijk was gehouden. Dit leek de verwachtingen van het neo-Darwinisme tegen te spreken [37]. De natuur blijkt veel toleranter voor variaties te zijn, dan met het principe van natuurlijke selectie in overeenstemming lijkt. Deze wordt immers verondersteld de meest geschikte variatie te bevoordelen.

Dit verschijnsel van polymorfisme poogde men op twee verschillende wijze te verklaren. De selectionisten zagen het als het resultaat van "balancing natural selection" (Dobzhansky), waarbij het polymorfisme voor een populatie een selectief voordeel oplevert zodat deze zich handhaaft [38]. De neutralisten daarentegen beschouwen het polymorfisme als het resultaat van een random verspreiding over een populatie van zogenaamde "neutrale" mutaties, dat wil zeggen van mutaties die "ongevoelig" zijn voor de natuurlijke selectie. Volgens deze opvatting is polymorfisme irrelevant en slechts "evolutionary noise". "Neutralisten", zoals Kimura, verdedigen een "non-Darwinian evolution", waarin de rol van de natuurlijke selectie veel minder prominent wordt geacht, dan in de neo-Darwinistische theorie. Zij benadrukken het belang van de "genetic drift", random variatie, die niet "gericht" wordt door de natuurlijke selectie [39]. Volgens hen speelt de selectiedruk van een veranderende omgeving slechts een secundaire rol in de evolutionaire verandering van de soort.

Voor ons is het belangrijke aspect van dit debat, dat de veronderstelde gerichtheid van de natuurlijke selectie door de neutralisten ontkend wordt ten gunste van het "toevalskarakter" van de genetic drift.

### 1.7.2 Saltationisme.

Volgens de huidige evolutietheorie is de evolutie een gevolg van een geleidelijke accumulatie van mutaties, die door de natuurlijke selectie "be(v)oordeeld" worden op hun geschiktheid het hoofd te bieden aan de veranderende omstandigheden.

De vraag die met name paleontologen bezig houdt is of deze intra-specifieke evolutie ook een verklaring geeft van de trans-specifieke evolutie: het optreden van organismen met een geheel verschillend bouwplan. In de jaren veertig werd dit reeds betwijfeld door o.a. Schindewolf en Goldschmidt [40]. Deze auteurs beweerden dat de transspecifieke evolutie niet kon worden verklaard met behulp van de bestaande evolutietheorie [41]. Naar

de mening van Goldschmidt worden de resultaten van de experimentele embryologie bijna volledig genegeerd, ondanks het feit dat de ontogenese een beslissende factor vormt in de evolutionaire veranderingen. Immers,

the possibility and order of magnitude of genetic changes are [...] a function of the range of possible shifts in the process of development, shifts which may take place without upsetting the integration of embryonic processes [42].

Als alternatief ter verklaring van de transspecifieke evolutie, opperde Goldschmidt de hypothese van de zogenaamde "hopeful monsters", dat wil zeggen grote "systeemmutaties" die het gehele bouwplan betreffen [43].

Als gevolg van een nieuwe analyse van de paleontologische gegevens zijn de ideeën van Schindewolf en Goldschmidt opnieuw in de belangstelling gekomen. Vooral Gould, Eldredge en Stanley [44] hebben erop gewezen dat de evolutie niet geleidelijk verloopt, zoals door de neo-Darwinistische "gradualisten" wordt verondersteld, maar met sprongen ("saltationisme"). Het bestaan van "gaps" in het fossielenmateriaal is naar hun mening niet het gevolg van het feit dat de betreffende "tussenvormen" (nog) niet zijn ontdekt, maar van het feit dat ze nooit hebben bestaan. Volgens hen vertonen de fossielen helemaal geen geleidelijke evolutie. Integendeel, we zien dat soorten gedurende miljoenen jaren onveranderd blijven, en dan plotseling in korte tijd verdwijnen en vervangen worden door iets dat, ofschoon helemaal anders, toch duidelijk verwant is. Dus "the fossil record is forcing us to revise the conventional view" [45].

Het ontbreken van nog zoveel "missing links" is dus niet het gevolg van nog onbekende fossielen, maar is eigen aan de sprongen ("jerky mode") van evolutionaire verandering. De natuur maakt dus wel degelijk sprongen: "Natura facit saltum". Het fundamentele patroon van de evolutie is niet anagenesis, maar stasigenesis gevolgd door een plotselinge verandering. Er zijn verschillende verklaringen geopperd voor deze plotselinge verandering in bouwplan [46]. De evolutie is veeleer, zo betogen de saltationisten, een conserverende aangelegenheid, met een grote weerstand tegen veranderingen. Niet alles is mogelijk, maar de mogelijkheden zijn afhankelijk van het reeds gerealiseerde, dat bepaald wordt door het aanwezige genotype en het epigenetische ontwikkelingspatroon. Deze leggen fundamentele beperkingen op aan de morfologische mogelijkheden van mutationale veranderingen.

Deze kwestie is hier van belang, omdat in samenhang hiermee de fundamentele rol van het toeval in de evolutie betwijfeld wordt en, bovendien de vraag gesteld wordt of de natuurlijke selectie wel een primaire rol speelt in de evolutie. Volgens de algemeen aanvaarde evolutietheorie is een soort het resultaat van een adaptieve natuurlijke selectie, maar volgens de aanhangers van het saltationisme is adaptatie slechts een secundaire factor in de vormgeving van de soort. Het saltationisme roept dus interessante problemen op, die op hun beurt weer samenhangen met de interpretatie van filosofisch zwaar beladen begrippen.

### 1.7.3 Erfelijkheid van verworven eigenschappen

Eén van de opmerkelijkste aspecten van de hedendaagse discussie is de herwaardering van de zo lang verguisde Lamarck. Niemand minder dan Waddington meent dat "Lamarck has been unfairly judged by modern science" [47].

Lamarck werd door de moderne biologie o.a. bekritiseerd in zijn opvatting dat verworven eigenschappen van een organisme op de nakomelingen zouden worden overgeërfd. Ofschoon ook Darwin zelf deze opvatting huldigde, werd ze door de zogenaamde "kiembaan"-theorie van Weissmann en door het "centrale dogma" van de moleculaire biologie, weerlegd.

Maar Waddington, één van de architecten van de synthetische theorie, meent dat de opvatting van Lamarck niet zonder grond is: ofschoon de theorie wellicht niet voor de onmiddellijke afstammelingen geldt, kan ze niet zonder meer afgewezen worden als het gaat om latere generaties. De neo-Darwinistische theorie is volgens Waddington weliswaar niet onjuist, maar ze is een simplificatie. Alle eigenschappen zijn tenslotte in een bepaald opzicht "verworven", omdat de omgeving tijdens hun ontwikkeling een rol speelt. Anderzijds zijn alle eigenschappen echter ook in een bepaald opzicht erfelijk omdat ze de uitdrukking zijn van de mogelijkheden van het organismen, en die mogelijkheden zijn het gevolg van hun genetische constitutie.

Waddington beschrijft in dit verband een aantal fascinerende experimenten met *Drosophila*, waarbij verworven eigenschappen tenslotte "genetically assimilated" blijken te zijn. Deze "genetische assimilatie" wordt door Waddington als volgt omschreven:

Genetic assimilation is a name which has been proposed for a process by which characters which were originally 'acquired characters', in a conventional sense, may become converted, by a process of selection acting for several or many generations on the population concerned, into "inherited characters" [48].

Dit verschijnsel meent hij door zijn theorie van de "epigenetische canalisatie" te kunnen verklaren. Door de veranderende omstandigheden ontstaat er een "modification of the epigenetical landscape", dat wil zeggen een verandering van het patroon van embryogenetische ontwikkeling. Als gevolg hiervan verloopt de embryogenese in de richting van een niet normaal resultaat, doordat een aantal cruciale momenten van de ontwikkeling gepasseerd worden. Als gevolg van de overschrijding van deze cruciale drempels tijdens de embryogenese, wordt een terugkeer onmogelijk en kan een toevallige mutatie de drempeloverschrijding tenslotte genetisch vastleggen.

Zijn theorie biedt een model voor de wederzijdse beïnvloeding van genotype en milieu, waardoor de adaptatie van het organisme niet slechts het resultaat is van de selectie van toevallige mutaties, die geschikt zijn voor het betreffende milieu, maar waarin het milieu mede bepaalt welke mutaties effectief zullen zijn. Op



deze wijze kan Waddington een schijnbaar Lamarckistische overerving van verworven eigenschappen, met behulp van neo-Darwinistische principes verklaren.

Deze kwestie is voor ons van belang, omdat daaruit duidelijk wordt dat een mutatie niet niet "helemaal willekeurig, maar enigszins gericht" is [49].

#### 1.7.4 Behavioral Selection

Dat ook het gedrag van het organisme een product is van de evolutie, wordt sinds Darwins "The expression of emotions in Man and Animals" (1872), in toenemende mate aanvaard [50]. De invloed van het gedrag op het verloop van de evolutie is echter veel spaarzamer onderzocht en wordt bovendien samen met het vitalisme en het Lamarckisme op het verdachtenbankje geplaatst. Waddington daarentegen merkte op, dat er veel reden is om te geloven, dat "mentaliteit" in algemene zin, of op zijn minst, het gedrag een belangrijke factor is in de evolutie. Lamarcks nadruk op de behoefte van een organisme is, naar zijn mening niet geheel ongerechtvaardigd [51].

Voor al de gerespecteerde bioloog Hardy geeft te kennen dat Lamarck door de moderne biologie onrecht wordt gedaan. Het voornaamste punt in de theorie van Lamarck is, volgens Hardy, dat veranderingen in de gewoonten van dieren evolutionaire veranderingen kunnen doen ontstaan. Hardy poogt aan te tonen dat een dergelijk principe te verklaren is met behulp van een Darwiniaans mechanisme en hoopt daardoor ook te bevorderen dat "Lamarck de eer krijgt die hem toekomt voor zijn briljante inzicht in dit essentiële deel van het proces".

Hardy meent dat, in de algemeen aanvaarde opvatting van de evolutie, te sterk de nadruk wordt gelegd op de selecterende invloed van het milieu op het organisme. Volgens hem is echter bij de evolutie van dieren de druk van twee tegengestelde selecties gemoeid: de selectie van de omgeving door het dier ("externe selectie"), en de selectie van het dier door de omgeving ("interne selectie") [52].

Een gedragsverandering ontstaat naar aanleiding van veranderingen in de omgeving, of als gevolg van eigen onderzoekingsdrift of nieuwsgierigheid van organismen, waardoor deze een andere omgeving vinden, die vervolgens een bepaalde selectiedruk kan gaan uitoefenen.

Planten, die vastgeworteld zitten, zijn overgeleverd aan hun omgeving; maar dieren, die zich vrij kunnen bewegen, kunnen hun habitat zelf uitkiezen. Bij de evolutie van dieren is dus de druk van twee selecties gemoeid [...]: Selectie van de omgeving door het dier, tegenover de natuurlijke selectie van het dier door de omgeving [53].

Het vermogen van het dier om te kiezen, een bepaalde voorkeur te laten gelden moet, volgens Hardy als een belangrijke evolutiefactor worden beschouwd. Het explorerende gedrag van dieren is er

verantwoordelijk voor dat zij zelf hun speciale habitat kiezen waarin hun leven zal worden doorgebracht en op deze wijze draagt het dier door zijn gedrag belangrijk bij tot het bepalen van de aard van de selectiedruk die het zal ondergaan.

Deze opvatting verschilt van de neo-Darwinistische, omdat hier de evolutionaire verandering op gang gebracht wordt door een gedragsverandering. Hardy betoogt dat verandering in gewoonten in vele gevallen de dominante factor is in het proces van selectie [54]. Het gedrag zal de genetische structuur steeds een stap voor zijn, en op deze wijze zal het een beslissende rol spelen in het evolutionaire proces. Volgens Hardy moeten gewoonte en instinct dus mede beschouwd worden als belangrijke oorzaken van de evolutie van dierlijke vormen [55].

Ook Ernst Mayr erkent de rol van het gedrag in de evolutie: "The enormous role played by behavior in initiating transspecific evolution is increasingly appreciated by evolutionists" [56]. Volgens hem is de gedragsselectie volkomen consistent met de natuurlijke selectie. Door de invloed van het gedrag op de evolutie wordt, volgens Hardy, het mentale een factor in de evolutie. De "blinde" werking van de natuurlijke selectie is niet het enige principe dat "richting" geeft aan de evolutie. Er vindt een wisselwerking plaats tussen externe en interne selectieve krachten, tussen een opportunistische en een richtinggevende [57]. Het belangrijke aspect van het standpunt van Hardy (c.s.) voor ons is dat hij in de evolutie een richtinggevende factor, bepaald door voorkeur en behoeften, accepteert.

Het is hier niet onze bedoeling om in deze kwesties partij te kiezen, en de rol van toeval en selectie te bagateliseren. We wilden slechts door deze, zij het korte, bespreking van de wetenschappelijke problemen die met de hedendaagse evolutieleer samenhangen, duidelijk maken dat die problemen te maken hebben met de beoordeling van de rol van toeval, noodzaak en doelgerichtheid in de evolutie. In de voorgaande paragraaf zagen we dat, ondanks dat de evolutiebiologen het opportunistische karakter van het evolutieproces benadrukken, zij ook het bestaan van "trends" erkennen. Ook in de gesuggereerde oplossingen voor dit dilemma, zagen we reeds hoe, binnen de neo-Darwinistische, synthetische evolutietheorie, het aandeel van toeval, wetmatigheid en doelgerichtheid werd beoordeeld, zonder dat deze termen voldoende werden gedefinieerd of geanalyseerd. Uiteindelijk is daarbij de wijsgerige vraag naar de betekenis van deze begrippen in het geding.

Twee recent geformuleerde evolutietheorieën pretenderen een oplossing voor een aantal van deze problemen te kunnen bieden, en met name, voor het probleem van het trendmatige karakter van de evolutie en het probleem van de (schijnbare) finaliteit ervan. Deze evolutietheorieën zijn, op de eerste plaats, de zogenaamde "systeemtheoretische evolutietheorie" (STET), van o.a. Riedl [58], en op de tweede plaats de "thermodynamische evolutietheorie" (TDET), van Brooks, Wiley en Wicken [59]. Deze auteurs beweren dat de synthetische evolutietheorie weliswaar niet foutief is, maar dat ze onvolledig is, omdat ze te weinig aandacht schenkt aan allerlei samenhangen tussen de verschillende niveaus van

genetische, embryogenetische, ecologische en ethologische aard. De claim dat de systeemtheoretische evolutietheorie een wetenschappelijke oplossing voor het probleem van de teleologie in de evolutie biedt, willen wij o.a. in deze studie onderzoeken. Daartoe zal het ook nodig zijn de aanspraken van respectievelijk de systeemtheorie en de cybernetica in de kwestie van de teleologie te onderzoeken. De problematiek van de TDET zullen wij in een andere publikatie bespreken [60].

Propagandisten van de synthetische evolutietheorie, zoals Dobzhansky, Mayr en Stebbins, houden staande dat al deze problemen de grondbeginselen van de theorie niet aantasten en alle binnen het kader ervan kunnen worden opgelost [61]. Wij zullen (hier) in dit interessante debat geen partij kiezen, doch slechts proberen aan te tonen dat de vraag naar de gerichtheid (de finaliteit) van de evolutie, ook op wetenschappelijk niveau, nog niet afdoende is bevestigd of weerlegd. Het feit dat de wijsgerige problematiek, die door de termen "toeval", "noodzaak" en "doelgerichtheid" wordt opgeroepen, niet wordt beseft, is mede de oorzaak van de als "wetenschappelijk" bestempelde controverses. Niet alleen wetenschappelijk onderzoek kan in deze problemen uitkomst bieden, maar wijsgerige analyse is daartoe mede een noodzakelijke voorwaarde. Een dergelijke analyse is mede het doel van deze studie. Wetenschap en wijsbegeerte zijn klaarblijkelijk niet zo van elkaar te isoleren, als vaak wordt gesuggereerd.

## 1.8 Wijsgerige Problemen

Naast bovenstaande - impliciet wijsgerige - "wetenschappelijke" problemen met betrekking tot de evolutietheorie, bestaan er wetenschappelijke problemen waarvan ook door biologen meestal wel wordt beseft dat ze een wijsgerige wortel hebben. Hiertoe is bv. het probleem omtrent de definitie van de "soort" te rekenen. Van groter belang voor onze studie van het probleem van de teleologie in verband met de evolutieleer, zijn echter de problemen die voortkomen uit het gebruik van begrippen zoals "selectie", "adaptatie" en "fitness". We zullen er hier dan ook kort op in moeten gaan omdat, zoals we nog zullen zien vaak verondersteld wordt dat het probleem van de teleologie zich laat "vertalen" in termen van "selectie" en/of "adaptatie".

Volgens verschillende, waaronder eminente, biologen blijken verschillende basisconcepten van de evolutietheorie, zoals adaptatie, fitness en natuurlijke selectie, een exacte definitie te weerstaan [62]. In het hier volgende zullen eerst de begrippen van "adaptatie" en "fitness", en vervolgens het begrip van "selectie" onder de loep genomen worden.

### 1.8.1 Adaptatie

Het begrip "adaptatie" is een fundamenteel, maar zeer controversieel concept in de evolutietheorie. Brandon, die Lewontin citeert, schrijft dat er "virtually universal disagreement among students of evolution as to the meaning of adaptation" bestaat [63]. Aan de ene kant wordt het fundamentele karakter ervan benadrukt, zoals bv. door de bioloog Pittendrigh, die het begrip een "core concept in biological study" noemt, omdat er naar zijn mening een nauwe relatie - en "perhaps identity" - bestaat, tussen organisatie en adaptatie: "to say that living things are organized is to say they are adapted" [64]. Adaptatie is dus geen additief fenomeen van het organisme, maar is het fundament ervan.

Aan de andere kant wordt het "glibberige" karakter ervan benadrukt, zoals door White die "adaptatie" een "slippery concept" noemt [65]. Kimbras beschouwt het, in een uitvoerig overzichtsartikel, als een "central, yet obscure, elusive and controversial concept" [66]. Ook toonaangevende biologen, waaronder de "founding fathers" van de moderne synthetische theorie, hebben het ambivalente karakter ervan onderstreept. Zo schreef Dobzhansky dat de term "adaptation" is plagued with ambiguity" [67]. En Ernst Mayr schrijft dat "there is no doubt there is a great deal of confusion [...about this] one of the most important concepts in all of biology" [68].

Dobzhansky onderscheidde verschillende betekenissen van de term "adaptatie" [69]:

- Adaptatie als een bepaald kenmerk van het organisme ("adaptive trait")
- Adaptatie als het proces waardoor aanpassing ontstaat,
- Adaptatie, als de toestand van aanpassing ("adaptedness"),
- Adaptatie als het vermogen om zich aan te passen aan veranderende omstandigheden ("adaptability").

Lewontin schrijft dat "the conception of adaptation has been one of the most troublesome and yet one of the most important concepts in the biological sciences" [70]. En hij beweert zelfs dat dit gebrek aan overeenstemming "can destroy Darwinism as a testable theory" [71].

De kritiek op het begrip "adaptatie" betreft de volgende punten:

- 1) Het is niet duidelijk of het een verklaringgevend dan wel een verklaringbehoevend begrip is,
- 2) Het hangt op onverbrekelijke wijze samen met de begrippen "fitness" en "natuurlijke" selectie, die evenzeer problematisch zijn,
- 3) Het is een wijsgerig belast begrip. Meer in het bijzonder is adaptatie een teleologisch begrip en geassocieerd met het begrip volmaaktheid.

Daardoor zou het een belangrijke oorzaak van het tautologische karakter van de evolutietheorie zijn [72].

Voor al onder invloed van de "natural theology", werd het begrip "adaptatie" lange tijd met volmaaktheid geassocieerd. Volgens vele hedendaagse biologen, is echter sinds Darwin duidelijk geworden dat aangepastheid minder dan volmaakt kan zijn. Adaptatie is slechts relatief, want als gevolg van het voortdurend ontstaan van

nieuwe mutaties en recombinaties en door het voortdurend veranderen van de omgeving is de adaptatie nimmer perfect doch voortdurend in beweging [73]. En ook het door Stebbins opgemerkte verschijnsel der "mozaïek-evolutie", doet de adaptatie "lesser than perfect" zijn [74].

Dit alles neemt echter niet weg dat ook "relatieve volmaaktheid" impliciet een norm van volmaaktheid vooronderstelt. De term "volmaakt" roept onmiddellijk de vraag op naar criteria van volmaakte aanpassing. Gould en Lewontin definiëren adaptatie als "the good fit of organisms to their environment" [75]. Maar het is duidelijk dat dit een norm vooronderstelt, aan de hand waarvan beoordeeld kan worden of iets al dan niet goed "passend" of "geschikt" is.

Verschillende biologen hebben geprobeerd het concept van "adaptatie" te operationaliseren in termen van "fitness". Sommigen beschouwen "fitness" als een begrip dat adaptatie verklaart. Zo wordt door Campbell gesteld dat adaptatie een gevolg is van de "overleving en voortplanting van de meest geschikten" in de strijd om het bestaan [76]. Maar ook hier is de onduidelijkheid groot. Vaak worden de termen onderling verwisselbaar gebruikt. Volgens Dobzhansky daarentegen moet men "fitness" onderscheiden van "adaptation"; fitness is volgens hem een "measure of reproductive success", terwijl adaptatie een bepaald kenmerk is van het organisme [77]. Weer andere biologen beschouwen het concept "adaptatie" juist weer als de verklaring voor "fitness" [78].

De vraag is dus of "fitness" veel helderheid brengt. Het onduidelijke karakter van de term "fitness" wordt door o.a. Mills en Beatty beschouwd als de oorzaak van de misverstanden omtrent het concept van de "natuurlijke selectie" [79].

Overigens suggereert ook de term "geschiktheid" ("fitness") evenals de term "adaptatie", een norm, een criterium aan de hand waarvan de "geschiktheid" kan worden gemeten [80].

### 1.8.2 Natuurlijke Selectie.

Het concept van "natuurlijke selectie" is eveneens het onderwerp van veel controverse. In vele opzichten vertoont het begrip van "natuurlijke selectie" een zelfde gebrek aan eenduidigheid als het begrip "adaptatie".

Er zijn in de loop der tijd vele verschillende formuleringen van de natuurlijke selectie gegeven. Darwin gaf de volgende definitie:

[The...] preservation of favourable individual differences and variations, and destructions of those which are injurious, I have called the Natural Selection or the Survival of the Fittest [81].

Deze definitie werd later echter als tautologisch beschouwd [82]. Dobzhansky stelde in 1937 de volgende definitie voor: "The essence of selection is that carriers of different genotypes in a population contribute differentially to the gene pool of the

succeeding generations" [83]. Desondanks circuleren er in de literatuur vele definities. In de hierbijgaande voetnoot treft de lezer een kleine bloemlezing aan [84]. In de verschillende definities is het begrip van differentiële reproductie zeer belangrijk.

Het grootste bezwaar tegen "natuurlijke selectie" is echter nog steeds, dat het een tautologie zou zijn. Reeds Von Bertalanffy merkte op dat "de theorie van de natuurlijke selectie niet weerlegd kan worden" [85]. En Waddington schreef:

The general principle of natural selection merely amounts to the statement that the individuals which leave most offspring are those which leave most offspring. It is a tautology [86].

Sommigen beschouwen de theorie van de natuurlijke selectie als een empirische hypothese (Dobzhansky et al., 1977; Ayala, 1978; Ruse, 1979), anderen daarentegen zien in de natuurlijke selectie een metafysisch, heuristisch principe, dat niet falsifieerbaar is (zoals Popper, 1972).

Een belangrijk bezwaar tegen de interpretatie van natuurlijke selectie als differentiële reproductie is echter bovendien, dat de natuurlijke selectie niet het enige mechanisme voor evolutionaire verandering is, maar dat ook andere factoren een wellicht belangrijke rol spelen. Hierbij wordt gedacht aan de zogenaamde neutrale selectie, maar ook aan seksuele en gedragsselectie.

In een polemisch getint artikel komen ook Gould en Lewontin tot de conclusie dat de adaptatie evenmin een noodzakelijk gevolg is van natuurlijke selectie, als dat natuurlijke selectie noodzakelijk is voor adaptatie. Adaptatie en natuurlijke selectie zouden niet noodzakelijk met elkaar verbonden zijn [87]. Dat er selectie zonder adaptatie kan zijn, blijkt bv. uit het denkbaar geval dat een mutatie de vruchtbaarheid, dat wil zeggen het aantal eieren, zou vergroten, bij een organisme, dat minder geschikt is dan zijn soortgenoten. Hierdoor is er duidelijk sprake van selectie in de zin van "differentiële reproductie", zonder dat er sprake is van een toenemende geschiktheid van het organisme. Die is in dit geval zelfs minder dan van zijn broeders of zusters.

En omgekeerd, kan er ook sprake zijn van adaptatie zonder selectie, zoals bv. blijkt uit het bestaan van "fenotypische adaptatie", zoals bij sponzen en koralen voorkomt [88]. Ook de adaptatie van steriele organismen zoals bv. de muilezel, wordt problematisch [89]. Ook uit de zogenaamde selectie-neutrale adaptaties, als gevolg van de vooral de door de "neutralisten" benadrukte "random drift" blijkt dat de relatie tussen adaptatie en selectie niet een noodzakelijke is.

Naast het problematische karakter van de relatie tussen natuurlijke selectie en adaptatie, kleven er nog andere bezwaren aan het begrip van natuurlijke selectie. Zo is het niet duidelijk welke de entiteit is waarop de natuurlijke selectie aangrijpt: is deze het genotype, het fenotype, de groep of de soort [90]? En ook ontbreekt overeenstemming over wat het preciese gevolg is van

de natuurlijke selectie: is het gevolg een maximalisatie van de fitness, van de levensvatbaarheid, van het reproductievermogen, van het competitieve vermogen [91]?

Ook op een ander niveau is er sprake van onduidelijkheid: de natuurlijke selectie wordt enerzijds als volkomen opportunistisch beschouwd, dat wil zeggen ze zou volkomen volgens de grillen van de omstandigheden werken. Anderzijds beschouwt men haar als een richtinggevende factor. Hierbij wordt in de betreffende discussies de wijsgerige problematiek die met de termen "opportunistisch", "toeval" en "gerichtheid" vaak schromelijk onderschat.

Wij zullen al deze controverses hier niet behandelen, laat staan, er partij in kiezen. Het was ons hier slechts te doen om aan te geven dat concepten die een belangrijke rol vervullen bij de "oplossing" van het probleem van de teleologie in de evolutie, zoals we later nog zullen bespreken, zelf zeer ambivalent van karakter zijn.

Naast de wetenschappelijke problemen die min of meer impliciet wijsgerig van aard zijn, bestaan er ook expliciet wijsgerige vraagstukken met betrekking tot de evolutie, waarover ook verschillende toonaangevende biologen zich in hun geschriften hebben uitgelaten, zoals het probleem van de vooruitgang in de evolutie, van de rol van creativiteit en het ontstaan van nieuwhed door "emergentie" of "transcendentie" en van het formuleren van een evolutionaire ethiek. Ook deze problemen hangen samen met het probleem van de finaliteit in de evolutie. Daarover zullen we later nog komen te spreken.

Op de wetenschapsfilosofische discussie van de vraag naar het wetenschappelijke karakter van de evolutietheorie, zullen wij hier niet ingaan. Slechts in samenhang met de discussie over de vraag naar de wetenschappelijke status van de teleologische en functionele verklaring (in hoofdstuk IV) zal deze vraag aan de orde komen [92]. Eerst wacht ons nu de taak helderheid te verschaffen omtrent de verschillende begrippen die ons hier bezighouden: dat wil zeggen de begrippen "doel", "doelgerichtheid", "doelmatigheid", "doeloorzakelijkheid", "toeval" en "noodzaak". Wij doen dat in het volgende hoofdstuk aan de hand van een historische analyse van de ontwikkeling van dit begrippencomplex.

## FINALITEIT

"Alles streeft naar het Goede."  
(Aristoteles)

"The inquiry of final causes is a barren thing"  
(Bacon)

"Der Mensch, als Subjekt der Moralität, ist ein Endzweck,  
dem die ganze Natur teleologisch untergeordnet ist."  
(Kant)



## 2.1 Inleiding

In het voorgaande hoofdstuk zagen we dat in de evolutietheorie, veelvuldig gebruik wordt gemaakt van de termen "toeval" en "doelgerichtheid", zonder dat deze termen op adequate wijze worden gedefinieerd.

Toeval wordt soms begrepen als "onbedoeld", dan weer als "onbepaald", dan weer als "onbepaalbaar". Met betrekking tot "doelgerichtheid", worden door elkaar termen gebruikt als "doel" (in de Engelse literatuur zowel "purpose", als "goal"), "gerichtheid", "tendens", "richting", en ook "finaliteit", "teleologie", "doeloorzakelijkheid", "doelmatigheid", zonder dat deze begrippen voldoende worden onderscheiden.

Ter verheldering van deze begrippen en ten behoeve van een juist inzicht in de actuele discussie over de finaliteit is het noodzakelijk ons te verdiepen in de geschiedenis van het finaliteitsconcept. Finaliteit en causaliteit zijn historisch zwaar belaste termen. "De geschiedenis van deze termen weerspiegelt de geschiedenis van de wijsbegeerte en van de wetenschap" [1]. Ook in de geschiedenis van de biologie spelen ze een belangrijke rol. Pas tegen de achtergrond van de geschiedenis van het teleologische denken is een adequate beoordeling van de huidige discussie, en van de gebruikte begrippen en argumenten, mogelijk. Slechts aan de hand van het historische materiaal is het mogelijk inzicht en overzicht te krijgen in de veelheid van betekenissen van het concept van teleologie en is men in staat de hedendaagse discussie te analyseren en te beoordelen.

Om de kans op verwarring zoveel mogelijk in te dammen, moet er naar worden gestreefd bepaalde termen zo eenduidig mogelijk te gebruiken. Op de eerste plaats wil ik finaliteit onderscheiden van teleologie. Onder finaliteit versta ik het verschijnsel van doelbetrokkenheid - in doelbewustheid, doelstrevendheid, doelgerichtheid, doelmatigheid - zowel in de mens (zijn gedrag, in zijn artefacten), als in de natuur. Wij ervaren in onszelf een doelbetrokkenheid, en op een of andere wijze herkennen wij ook een doelbetrokkenheid in dingen buiten ons (de Ander, dieren, planten, artefacten). Het belangrijke probleem hierbij is uiteraard te weten, op basis van welke (intuïtieve, impliciete) criteria we iets of iemand als doelbetrokken herkennen, doch deze vraag is hier nog niet aan de orde.

De doelbetrokkenheid heeft twee aspecten:

1) doelgerichtheid, zoals deze tot uiting komt in het doelbewuste gedrag van de mens, in het doelstrevende gedrag van plant en dier, en in het doelgerichte gedrag van bv. een pijl of een doelzoekend projectiel.

2) doelmatigheid, die betrekking heeft op de vraag naar de geëigendheid van een bepaald middel voor een bepaald doel. Zo kunnen we spreken over doelmatig gedrag, een doelmatig orgaan, een doelmatig instrument. Het betreffende middel heeft binnen het perspectief van het bepaalde doel een bepaalde functie.

Niet alles wat doelgericht is, is ook doelmatig. Dit blijkt uit het voorbeeld van een projectiel dat bij vergissing werd gelanceerd. Ook het menselijk gedrag vertoont talrijke voorbeelden van doelgericht of doelbewust gedrag dat niettemin ondoelmatig is.

We kunnen binnen het verschijnsel van de finaliteit in de mens en in de natuur dus de volgende aspecten onderscheiden: de doelbewustheid (bij de mens), de doelstrevendheid (in organische dingen), de doelgerichtheid (bij anorganische objecten), en de doelmatigheid of functionaliteit (bij alle drie). Functie-uitspraken beschrijven de rol van een deel binnen de activiteit van het geheel, waarvan het deel uitmaakt, en kunnen van toepassing zijn, zowel op organische als op mechanische systemen.

Het probleem van (de herkenning van) finaliteit, wil ik nu onderscheiden van het probleem van de teleologie. "Teleologie" (Gr.: "telos": doel; "logos": leer) is een term die voor het eerst door Christian Wolff (1679-1754) werd gebruikt in zijn "Philosophia naturalis sive logica", als betiteling van dat deel van de natuurfilosofie dat de dingen door verwijzing naar eindoorzaken ("causae finales") tracht te verklaren.

Teleologie is de poging tot verklaring van de (herkende) doelbetrokkenheid. Terwijl de term "finaliteit" dus veeleer de identificatie van een bepaald gedrag als doelbetrokken betreft (het niveau van beschrijving van een verschijnsel), betreft de term "teleologie" de verklaring van dit verschijnsel. In de loop van de Westerse ideeën-geschiedenis zijn nu twee typen van verklaring geformuleerd.

Op de eerste plaats is er de teleologische verklaring, die de doelbetrokkenheid tracht te verklaren door aan te nemen dat deze het resultaat is van doelloorzaken en andere oorzakelijk bepaalde processen. Sommige teleologische stellingen maken hierbij ontologische claims, dat wil zeggen ze stellen dat doelloorzaken werkelijk bestaan. Andere beperken zich tot epistemologische claims, dat wil zeggen ze stellen dat ons beroep op doelloorzaken slechts een kentheoretisch hulpmiddel is, een "wijze van spreken". Hier willen we bovendien een onderscheid maken, dat van groot belang blijkt te zijn voor de beoordeling van de verschillende standpunten in de discussie over het probleem van de teleologie, namelijk:

1) Externe Teleologie (ET), waarin de doelloorzaken buiten of boven (transcendente teleologie) het doelbetrokken object worden verondersteld, en

2) Interne Teleologie (IT), waarbij de doelloorzaken binnen het betreffende doelbetrokken object zelf worden verondersteld, als

zijnde wezenlijk (immanente teleologie) voor dat object.

Naast de teleologische verklaring werd een niet-teleologische verklaring (vaak ook "mechanistisch" genoemd) voorgesteld, die de doelbetrokkenheid voor "schijnbaar" houdt, en deze wil verklaren, door beroep te doen op toeval. De doelbetrokkenheid is het toevallige resultaat van oorzakelijk bepaalde processen.

Het kenmerkende onderscheid tussen een mechanisticistische en een teleologische natuuroppvatting is, dat het mechanicisme weigert een beroep te doen op "antropomorfe" begrippen, zoals "doel" en "doeloorzaak", om de orde, regelmatigheid en doelmatigheid van de kosmos te verklaren; deze verschijnselen worden door de mechanist als het resultaat beschouwd van "natuurlijke oorzaken", wetmatigheden en toeval, waarbij de betekenis van het begrip "toeval" vaak in het midden wordt gelaten.

Er moet overigens op worden gewezen, dat ook de term "mechanicisme" lang niet eenduidig is. Op basis van een analyse van de literatuur, kan men minstens de volgende negen betekenissen onderscheiden. Zeggen dat natuurverschijnselen zich mechanistisch gedragen, kan betekenen dat ze:

- 1) zich overeenkomstig de wetten van de mechanica gedragen,
- 2) zich gedragen overeenkomstig mechanische modellen: hefboomen, wervels, katrollen etc.,
- 3) te verklaren zijn als een machine of een mechanisme, zoals bv. een uurwerk,
- 4) te verklaren zijn als een gevolg van toevallige botsingen van passief en noodzakelijk bewegende deeltjes,
- 5) te verklaren zijn overeenkomstig fysisch-chemische wetmatigheden,
- 6) zich gedragen als het resultaat van natuurlijke mechanismen en wetmatigheden,
- 7) te verklaren zijn overeenkomstig causaal-nomologische wetten,
- 8) mathematiseerbaar of kwantificeerbaar zijn,
- 9) zich gedragen op basis van toeval en/of noodzaak, wetmatigheid, waarbij toeval "niet-bedoeld" betekent. In dit opzicht wil het mechanicisme het tegengestelde zijn van animisme, vitalisme, finalisme [2].

Door de gehele geschiedenis van het Westerse denken heen zien we de tegenstelling tussen de aanspraken van het mechanicisme ("alles is het gevolg van toeval en noodzaak"), en de bezwaren daartegen van het finalisme, dat beroep doet op een teleologisch principe in één of andere vorm. Daarbij wordt er vaak vanuit gegaan dat "noodzaak", "toeval" en "teleologie" elkaar uitsluiten. De geschiedenis van de veronderstelde tegenstelling tussen de teleologische en mechanisticistische natuurbeschouwing gaat reeds tot het Griekse denken terug. Zo liet Demokritos de doelmatigheid en orde in de natuur het gevolg zijn van toeval en noodzaak. Zijn opvatting staat tegenover die van Plato en Aristoteles. Plato benadrukte vooral een externe teleologie, waarin de doelmatigheid en orde in de natuur het resultaat is van een buitennatuurlijke doelloorzakelijkheid. Aristoteles daarentegen benadrukte vooral een interne natuurtelologie, waarbij doelloorzaken in de natuur zelf werkzaam zijn. De tegenstelling tussen de visie van Demokri-

tos enerzijds, die geen beroep doet op teleologie en de visie van Aristoteles en Plato die dat wel doen, bergt in de kern reeds de tegenstelling tussen het mechanisme, en het vitalisme en finalisme van de Moderne Tijd.

De ideeën van Aristoteles zijn tot aan de Renaissance toonaangevend gebleven en werden mede door de wetenschappelijke revolutie in de 17e eeuw definitief ondergraven.

In de hedendaagse discussies over teleologie wordt echter impliciet of expliciet, op juiste of onjuiste wijze, naar zijn opvattingen gerefereerd. Anneliese Engels merkte in dit verband, op basis van een analyse van de discussie over de teleologische verklaring, op, dat

Ein wesentliches Merkmal der Teleologiediskussion unseres Jahrhunderts ist ihr defensiver Zug, der unter dem Druck entsteht, mit einer Tradition brechen zu wollen und die qualitative Besonderheit des eigenen Standpunktes gegen diese Vergangenheit zu behaupten, ohne gleichzeitig auf deren Sprache verzichten zu müssen [3].

We zullen in deze studie dan ook uitvoerig op Aristoteles' opvattingen ingaan, omdat deze de hedendaagse problematiek mede helpen verhelderen.

"The inquiry of final causes is a barren thing, or a virgin consecrated to God", schreef Francis Bacon aan het begin van de Nieuwe Tijd en bevestigde daarmee de ondergang van het door de eeuwen heen in stand gehouden Aristotelische teleologische wereldbeeld, en de terugkeer van een meer Demokritische visie in de vorm van het zogenaamde mechanisme. In het zich ontwikkelende wetenschappelijke wereldbeeld, waarin meetbaarheid en berekenbaarheid van de natuurverschijnselen werden benadrukt, leek er voor doelloosheid in de natuur, geen plaats meer te zijn. Los van de menselijke handelingen, leken teleologische beschouwingen van processen, zinloos, nutteloos en onvruchtbaar.

De discussie omtrent het probleem van de teleologie werd daarna voor het eerst weer door Leibniz en door Kant serieus genomen. Vooral Kant onderwierp, in het licht van de wetenschap van zijn tijd, de teleologieproblematiek opnieuw aan een nauwkeurige en systematische analyse. Hij kwam tot de conclusie dat het concept van de teleologie in ieder geval in de verklaring van biologische verschijnselen niet gemist kon worden. Hij beperkte het teleologische principe echter tot een epistemologische categorie. Zijn opvattingen waren sindsdien mede bepalend voor de discussie over de teleologie. Ook aan zijn opvattingen zullen we uitvoerig aandacht schenken.

Door de evolutietheorie van Darwin leek ook de levende natuur verklaarbaar te zijn met behulp van mechanistische, niet-teleologische principes. De door Newton voltooide mechanisering van de Kosmos wordt sedert Darwin ook op de Biosfeer van toepassing geacht. Ofschoon de evolutietheorie van Darwin voor teleologische verklaringen van de levensprocessen geen ruimte meer leek te bieden, is in onze tijd, mede onder invloed van de ontwikke-

ling van de systeemtheorie, de cybernetica en de moleculaire biologie, de discussie over de teleologie opnieuw opgelaid. Op deze hedendaagse discussie zullen we in het laatste deel van deze studie terugkomen.

Eerst zullen wij nu een historische schets geven van het teleologische denken. Hierbij zullen we soms ook op bepaalde ontwikkelingen in de biologie wijzen.

## 2.2 Oudheid en Middeleeuwen: Een Doelgerichte Kosmos

### De Kosmos als Organisme

De oorsprong van het Westerse denken over de natuur ligt bij de Grieken [4]. Vele van onze hedendaagse wijsgerige en wetenschappelijke begrippen werden dan ook door de Grieken "uitgevonden" en gemunt. Zij stelden voor het eerst de vragen naar de mogelijkheid van eenheid in veelheid en naar de mogelijkheid van verandering [5]. Met name de tegenstellingen tussen de denkbeelden van Demokritos en Aristoteles zijn bepalend geweest voor de latere ideeënontwikkeling, en vormen zelfs tot op de huidige dag, de grondslag van meningsverschillen in de hedendaagse discussies over doelgerichtheid, toeval en noodzaak in de evolutie. In het bijzonder is ook de tegenstelling tussen de preformistische opvattingen van Demokritos en de epigenetische denkbeelden van Aristoteles bepalend geweest voor de geschiedenis van biologische ideeën [6].

Eén van de belangrijkste Griekse bijdragen aan het Westerse denken was de overtuiging dat het universum een kosmos is [7]: een universum dat door redelijke wetten beheerst wordt in plaats van door de willekeur van de goden. Deze veronderstelling was de voorwaarde die wetenschappelijk denken mogelijk maakte [8].

De Griekse denkers waren niet slechts de grondleggers van het geloof in een rationele kosmos, ze smeedden ook zeer belangrijke begrippen, zoals die van materie, potentie, energie, oorzaak, atoom, die sindsdien een fundamentele rol in het denken over de natuur gespeeld hebben [9]. Deze begrippen ontstonden als gevolg van de poging een oplossing te geven voor de fundamentele wijsgerige problemen waarvoor het Griekse denken zich gesteld zag: problemen die betrekking hadden op de schijnbare tegenspraak tussen de zintuigelijke waarneming en de eisen van het verstandelijke denken. Het eerste denken over de natuur was dan ook hoofdzakelijk wijsgerig van aard; eerst later ontwikkelde zich hieruit de wetenschappelijke vraagstelling en methode [10]. Het hoeft ons dan ook niet te verwonderen dat veel wetenschappelijke begrippen wijsgerige wortels hebben. Zonder een historische analyse van deze begrippen is het moeilijk een juist inzicht te verkrijgen in de problemen waarvoor deze begrippen ons heden ten dage nog steeds stellen.

Eén van de meest fundamentele problemen, waarvoor de Griekse filosofen een oplossing trachtten te vinden was het probleem van veranderlijkheid en onveranderlijkheid: wat is het blijvende, wat wordt anders tijdens een verandering?

Sinds de vijfde eeuw voor Christus werd het Griekse denken over dit probleem bepaald door de poging de tegenstelling tussen

Parmenides en Heracleitos te verzoenen. Parmenides (540-470 v.Chr.) huldigde de opvatting dat de echte werkelijkheid onveranderlijk is en de waargenomen veranderlijkheid slechts schijn. Daartegenover beweerde Heracleitos (544-484 v.Chr.), dat juist alles wezenlijk verandering is, zoals in zijn uitspraak "panta rhei", alles stroomt, tot uitdrukking wordt gebracht. Bovendien vinden we in deze uitspraak een andere fundamentele gedachte, namelijk dat de werkelijkheid een proces is van verandering en ontwikkeling. In het zoeken van de Presocraten naar een oer-substantie, waaruit alles is ontstaan en samengesteld, vinden we de gedachte van de fundamentele eenheid van al het bestaande, die wel als een belangrijke vooronderstelling van de evolutietheorie kan worden beschouwd. Overigens had Anaximander (611-546 v.Chr.) reeds geleerd dat al het leven in het water was ontstaan en later aan land ging waar het zich aan een nieuwe levenswijze aanpaste. En ook Empedocles (495-435 v.Chr.) vertolkte reeds "evolutionaire" gedachten, waarin zelfs wordt gepreludeerd op het principe van de natuurlijke selectie: toevallige combinaties van uit vochtige aarde ontstane organen, die het best aan de omstandigheden waren aangepast, konden zich handhaven, terwijl de andere combinaties uitstierven [11].

Voor de Grieken was de gedachte van verandering niet te scheiden van de gedachte van leven. Wezenlijk was dan ook de overtuiging dat de kosmos een levend en bezielde organisme is [12]. Niet slechts de levende dingen, maar de hele kosmos was een doelmatig, geordend organisme. Alles wat beweegt en verandert doet dat omdat het bezielde is. Binnen dat perspectief lag het voor de hand om naar de doeleinden te vragen, dat wil zeggen, naar het "omwille waarvan" de bewegingen (en de verandering in het algemeen) plaatsvinden. Aristoteles was de denker die deze teleologische beschouwingswijze tot het fundament maakte van zijn natuurfilosofie.

Tegenover de Aristotelische benadering stond echter de "mechanistische" stelling van Demokritos [13].

In een poging een verklaring te vinden voor het probleem van de verandering, daarbij zoveel als mogelijk rechtdoend aan Parmenides, ontwikkelde Demokritos (460-370 v.Chr.) zijn atoomtheorie [14]. Volgens hem is het zijnde samengesteld uit vele onveranderlijke en ondeelbare atomen, die zich op een door hun eigen aard bepaalde wijze bewegen in een oneindige en lege ruimte ("vacuum"), en slechts van elkaar verschillen in vorm en grootte. De beweging is een oorspronkelijke eigenschap van de atomen en is evenals de atomen eeuwig en onvergankelijk. Veranderingen zijn het gevolg van de herschikking (vereniging of scheiding) van deze onveranderlijke atomen. De dingen ontstaan als resultaat van die herschikkingen, en zijn aggregaten van de bewegende en elkaar bij toeval ontmoetende atomen. Voor Demokritos is de kosmische orde dus het gevolg van de gedetermineerde aard van de atomen en van de toevallige ontmoetingen van deze.

Binnen dit perspectief geeft Demokritos ook een suggestie van een idee van natuurlijke selectie:

In those days, many species must have died out altogether and failed to reproduce their kind. Every species that you now see drawing the breath of life has been protected and preserved from the beginning of the world, either by cunning or by prowess or by speed [15].

Ook Empedocles vertolkte dergelijke ideeën. Zowel bij Empedocles als bij Demokritos is het doelmatige in de (levende) natuur dus het resultaat van toeval ("tyche") en blinde noodzaak ("ananke"). Voor Demokritos is het niet nodig te weten "om wille waarvan" de veranderingen plaats vinden; de aard van de atomen en hun toevallige schikking zijn noodzakelijke en voldoende redenen. Het kenmerkende van deze natuuroppvatting is, dat zij alle orde en verandering die we in de natuur aantreffen, "verklaart" als gevolg van de geaardheid van de atomen en het "blinde" toeval. Deze stelling werd door Aristoteles op indringende wijze aan kritiek blootgesteld. De kern van zijn kritiek was dat de stelling van Demokritos als consequentie heeft dat de hele werkelijkheid door toeval ontstaat [16].

Ook de opvatting van Plato, die in zijn dialoog de "Timaios", voor het eerst een teleologische kosmologie schetste, staat tegenover die van Demokritos. De kosmische orde is voor Plato niet het gevolg van toeval en noodzaak, maar van de werkzaamheid van een Intelligentie, die vorm geeft aan een aanvankelijke Chaos. Plato is met deze visie de grondlegger van het zogenaamde "Argument of Design".

### 2.2.1 Plato

Het denken van Plato (427-347 v.Chr.) kan gezien worden als de uitwerking van de Socratische gedachte, dat alles omwille van het Goede gebeurt. Volgens Socrates is het de taak van de mens te streven naar datgene wat goed voor hem is. Plato past dit beginsel toe op de gehele kosmos. De mens is als mikrokosmos een afspiegeling van de makrokosmos: het streven naar het Goede geldt zowel voor het morele handelen van de mens als voor de natuurlijke gebeurtenissen [17]. Alles is ten behoeve van het Goede geordend en alle natuurlijke verandering dient het Goede [18]. In de "Phaedo" stelt Plato, bij monde van Socrates:

Wil men dus de oorzaak vinden waarom elk bepaald ding ontstaat en vergaat of is, dan dient men <slechts> uit te maken welk bestaan, welke activiteit of passiviteit voor dat ding de beste is. Op grond van dat argument dient de mens dan ook maar één ding te onderzoeken, zowel in verband met zichzelf als met het overige: namelijk wat is het beste en volmaakste [19]?

In één van zijn latere dialogen, de "Timaios", waarin hij een beeld schetst van het ontstaan van de kosmos, wordt deze gedachte



nader uitgewerkt [20]. Hier schept de Demiurg, naar het voorbeeld van de eeuwige Ideeën, een kosmos uit een reeds aanwezige onbepaalde substantie, de "chora":

Zo nam hij dan al het zichtbare, dat verre van in rust te zijn, zich zonder enige harmonie en orde bewoog, ter hand: van ordeloosheid bracht hij het tot orde, daar hij oordeelde dat dit beter zou zijn dan wanorde [21].

Deze "chora" vertegenwoordigt het domein van het toevallige en noodzakelijke. Voor Plato betekent toeval ("tyche") datgene wat niet bedoeld is; het wordt door hem ook Noodzaak ("ananke") genoemd [22]. Het noodzakelijke wordt door de Grieken met het Noodlot geassocieerd; het is het onvoorspelbare en onberekenbare, het toevallige en (daarom) onredelijke.

In de "Timaios" nu, moet dit onredelijke en toevallige door de geest worden overwonnen en gebruikt, teneinde een geordende kosmos te maken. De inwerking van de geest ("Nous") op de Noodzaak ("ananke") gebeurt volgens Plato door overreding [23].

De geordende kosmos is dus niet, zoals bij Demokritos, het resultaat van blinde noodzaak en toeval, maar van de ordenende activiteit van een "ontwerper", de Demiurg, die goed is en daarom een zo goed mogelijke wereld schept [24]. De kosmos is een harmonisch, levend en bezielde organisme, waarin de ziel, het beginsel is van geordende beweging [25]. Binnen het kosmische organisme, hebben alle dingen deel aan de vormende en ordenende activiteit van de Wereldziel, die door de Demiurg daartoe uit de Nous is gevormd. Zo kan de geest het noodzakelijke in de banen leiden van het Goede en Schone, omwille waarvan de werkelijkheid bestaat [26]. De kosmos wordt dus begrepen als een organisme waarin de delen, als organen, overeenkomstig hun functie ("ergon") behoren te werken, omdat dat het beste is.

Gericht op dat wat schoon en goed is, poogt de ziel de lichamen (het kosmische lichaam, de hemellichamen en de levende organismen) tot nabootsing daarvan te brengen ("Mimesis") [27]. Omdat de dingen echter zijn samengesteld uit veranderlijke materie, zijn zij nooit geheel volmaakt; zij benaderen de onveranderlijke Ideeën slechts in wisselende mate [28].

Plato meent de orde en doelmatigheid in de kosmos inzichtelijk te kunnen maken door gebruik te maken van de metafoor van de handwerker, die uit een bepaalde grondstof dingen maakt. Door een doel-bewuste Maker wordt in de onbepaalde, doel-loze en weerstreven Stof een bepaalde en doelmatige Vorm aangebracht. De dingen zijn niet het resultaat van blinde noodzaak of toeval, maar zijn zo "omwille van het Goede;" De volmaakte Ideeën zijn immers goed. De Idee waaraan het ding deel heeft, is de norm. De dingen zijn zo, omdat ze zo behoren te zijn, en ze behoren zo te zijn omdat dat Goed is. Centraal hierbij is de Idee van het Goede, als datgene omwille waarvan de werkelijkheid is, en is zoals ze is. Het Goede is het Telos, omwille waarvan alles bestaat en gebeurt [29].

Plato verklaart de orde van de wereld dus in termen van "externe teleologie". De kosmische orde is het resultaat van de activiteit van een wereldarchitect ("Demiurg") die iets voor ogen

heeft omwille waarvan hij zijn schepping maakt.

Bij Plato vinden we overigens ook de aanzet tot de vorm van interne teleologie. De beweging en de verandering van de bezielde dingen is de uitdrukking van hun streven (hun "eros"), om de onveranderlijke en eeuwige Ideeën na te bootsen in het domein van het aardse vergankelijke. Zo is de cirkelbeweging van de hemellichamen een afbeelding van de eeuwigheid in het domein van het veranderlijke [30].

Bij Aristoteles wordt deze teleologische beschouwing tot het fundament van zijn filosofie, die van grote invloed is gebleken op de ideeën-ontwikkeling van het Avondland.

### 2.2.2 Aristoteles

De teleologische theorie van Aristoteles (384-322 v.Chr.) vormde ongetwijfeld één van de meest invloedrijke aspecten van zijn werk [31]. Zij is tot op heden de impliciete of expliciete achtergrond van de discussie omtrent het finaliteitsprobleem, die vaak - terecht of onterecht - als kritiek op Aristoteles wordt gevoerd.

Aristoteles heeft in zijn natuurfilosofie vele begrippen geïntroduceerd - zoals die van "oorzaak", "noodzaak", "toeval", "potentie" en "energie" - die nog steeds een belangrijke rol spelen in ons wetenschappelijke denken over de natuur [32]. Tot op heden hebben vele van zijn opvattingen hun actualiteit behouden, en spelen impliciet en expliciet een rol in allerlei wetenschappelijke disputen en theorieën.

Het is overigens niet onwaarschijnlijk dat er een verband is tussen de belangstelling van Aristoteles voor de biologie en zijn nadruk op een teleologische verklaring van de werkelijkheid. Zijn wereldbeeld en natuurfilosofie, zijn metafysica en ethiek blijken diepgaand door zijn biologische belangstelling en opvattingen beïnvloed te zijn.

#### 2.2.2.1 De Scala Naturae

In het kader van onze aandacht voor de evolutietheorie, is vooral van belang, dat Aristoteles, op basis van nauwkeurig onderzoek van de morfologische en anatomische kenmerken van tal van dierlijke organismen, een hiërarchisch geordend classificatiesysteem ontwierp, waarin hij de organismen, volgens hun graad van organisatie, in een opklimmende reeks rangschikte.

Nature proceeds little by little, from things lifeless to animal life in such a way that it is impossible to determine the exact line of demarcation nor on which side an intermediate form should lie [33].

Hierdoor is hij de grondlegger van de idee van de zogenaamde "scala naturae", dat wil zeggen van de opvatting dat de minerale, de vegetatieve, de animale en de rationele dingen die in de natuur voorkomen een continue reeks, opklimmend van laag tot hoog vormen. Deze idee van de "scala naturae" is een belangrijke vooronderstelling van de evolutiegedachte [34]. De gedachte dat er in de natuur een hiërarchie van dingen bestaat heeft de hele ontwikkeling van het Westerse denken beheerst en vormde de grondslag voor de "natuurlijke historie" van de achttiende eeuw, die op een belangrijke wijze bijdroeg tot de herontdekking van de evolutiegedachte in de negentiende eeuw [35].

#### 2.2.2.2 Natuur en Verandering

Belangrijk voor een goed begrip van de Aristotelische opvatting over teleologie is zijn theorie van de verandering. Voor Aristoteles is de verandering niet, zoals voor Plato, een illusie waarover slechts "mening" ("doxa") mogelijk is, maar echte concrete en intelligibele werkelijkheid. Volgens Aristoteles dienen we eenvoudigweg te aanvaarden dat de natuurlijke dingen in beweging zijn en veranderen: "we must take for granted that the things that exist by nature are in motion" [36]. Natuurlijke dingen zijn dingen die "van nature" bewegen en niet, zoals de artificiële dingen, hun beweging van buitenaf krijgen opgelegd. De natuurlijke dingen dragen het beginsel van beweging in zichzelf. Natuur ("physis") is dit beginsel van zelfbeweging [37].

Hoe zijn beweging ("kinesis") en verandering in het algemeen ("metabole") echter mogelijk? Daartoe moeten we zoeken naar de eerste beginselen ("archai") en de oorzaken ("aitiai") waardoor en waaruit de concrete dingen ("ousiai") bestaan, zo zegt Aristoteles in Boek I van zijn "Physica". Deze beginselen zijn het eerst in het Zijn en het laatst in het Kennen, zo voegt hij toe, daarmee benadrukkend dat zijn wijsgerige bespiegelingen ontologisch van aard zijn. Aristoteles maakt het onderscheid tussen kenorde en zijnsorde weliswaar wel, maar we kunnen volgens hem de dingen wel degelijk kennen zoals ze zijn. Dat wat is, is intelligibel en dat wat intelligibel is, is: dat is de stelling van Parmenides die ook Aristoteles onderschrijft.

Verandering nu, wordt mogelijk gemaakt door de twee beginselen van "stof" en "vorm", ("hyle" en "morphe" of "eidos") [38]. Stof en Vorm zijn weliswaar geen concreet bestaande dingen, dat wil zeggen ze kunnen niet afzonderlijk, onafhankelijk van elkaar, bestaan, maar het zijn desalniettemin principes, beginselen, die de verandering mogelijk maken, en met behulp waarvan men de verandering inzichtelijk, intelligibel kan maken.

In Boek III van de "Physica" en in Boeken θ en Δ van zijn "Metafysica" werkt Aristoteles zijn leer van de structuur van de natuurlijke dingen nader uit, maar nu in termen van "potentie" ("dunamis") en "act" ("energeia"). De stof wordt hier geïdentificeerd met het principe van potentie, van de mogelijkheid

gevormd te worden. De vorm wordt geïdentificeerd met het principe van actualiteit ("energeia").

In een concreet zelfstandig ding ("ousia") dat van nature bestaat, is de vorm, het principe van bepaling, waardoor het onbepaalde, de stof, bepaald wordt. Vandaar dat Aristoteles verandering en beweging definieert als de vervolmaking ("entelecheia") van de potentie qua potentie, dat wil zeggen de verwerkelijking van het potentiële tot het actuele [39]. Alle verandering is voor Aristoteles actualisering van het potentiële - als potentiële - in het actuele.

### 2.2.2.3 Natuur en Techne

Welke zijn nu de oorzaken van verandering? Centraal staat bij Aristoteles de overtuiging dat "techne" (het specifiek menselijk producerend handelen) een imitatie ("mimesis") van het producerend handelen van de natuur vooronderstelt. Om de veranderingen van de natuur te begrijpen, kunnen we daarom het best beroep doen op dezelfde oorzaken die ook in de werken van de techniek aanwezig zijn. Wil men een antwoord op de vraag waarom een kunstwerk (bv. een beeld uit brons) zo is als het is, dan moet men verwijzen naar 1) de stof waaruit het beeld werd gemaakt (brons), 2) de vorm die het heeft (bv. de beeltenis van Artemis), 3) datgene waardoor het die vorm kreeg (de beeldhouwer), en tenslotte, 4) waarom het deze vorm kreeg (het doel dat de beeldhouwer voor ogen staat). Het brons is de stofoorzaak, de vorm die de beeldhouwer voor ogen staat is de vormoorzaak, de beeldhouwer als bewerker van het beeld is de werkoorzaak, en het doel omwille waarvan het beeld door de beeldhouwer wordt gemaakt is de doelloorzaak.

Uit deze analyse concludeert Aristoteles dat die vier oorzaken ook in de natuur werkzaam zijn. Ieder natuurlijk ding heeft vier oorzaken:

1. datgene waaruit het ding is samengesteld,
2. de vorm die het ding maakt tot het zo-zijnde, uitdrukbaar in een wezensdefinitie: vormoorzaak,
3. datgene waardoor het ding het aanzijn krijgt, datgene waardoor de verandering plaatsvindt: de bewegingsoorzaak, en
4. datgene waartoe het ding gemaakt is, waartoe het dient; datgene omwille waarvan de verandering plaatsvindt: de doelloorzaak [40].

Deze vier omschrijvingen zijn in de traditie bekend geworden als respectievelijk de "causa materialis", de "causa formalis", de "causa efficiens" en de "causa finalis".

De "causa finalis" is voor Aristoteles dus een beginsel ("arche") of oorzaak ("aitia"), die het zo-zijn van een natuurlijk ding mede bepaalt. Natuurdingen worden gekarakteriseerd door de eigenschap dat ze, in tegenstelling tot de artificiële dingen, hun telos in zichzelf dragen, een eigenschap die hij de "en-telecheia" noemt.

Aristoteles verklaart de finaliteit in de natuur dus weliswaar naar de analogie van het menselijk handelen in de techniek, maar het zou verkeerd zijn hieruit te concluderen dat hij zonder meer de natuur naar het model van de menselijke activiteit beschrijft. Hij bewandelt veel eerder de omgekeerde weg: juist omdat het technisch handelen de natuur imiteert en dus in het verlengde van de natuur ligt, kunnen we via het technisch handelen inzicht krijgen in de natuur.

Zeer belangrijk is nu dat er een zeer nauw verband bestaat tussen vormoorzaak en doelloorzaak. Het doel van alle beweging en verandering is de actualisering van een vorm [41]. De vorm die kenmerkend is voor het natuurlijke ding, is datgene waarop de natuur "doelt" tijdens het ontstaan van het natuurlijke ding. Elk natuuring streeft er naar, zijn eidos zo volledig mogelijk te verwezenlijken. De vorm bepaalt het doel, maar het doel bepaalt de veranderingen die de verwezenlijking van de vorm mogelijk maken [42]. Duidelijk hierbij is, dat Aristoteles de levende wezens als paradigmata van natuurlijke dingen beschouwt [43]. Hij was tenslotte ook een belangrijke bioloog!

#### 2.2.2.4 Noodzaak en Doelloorzaak

De doelloorzakelijkheid kan echter niet alle verschijnselen van de levenloze en levende natuur verklaren. Zo is bv. de reproductie van dezelfde vorm binnen de soort weliswaar een gevolg van de werkzaamheid van de ziel als vormgever, maar Aristoteles ziet ook dat er een grote mate van variabiliteit bestaat tussen de individuen van een soort. Ook het bestaan van ziekten en afwijkingen kan niet door een beroep op doelloorzakelijkheid verklaard worden. Immers, de realisering van het Eidos wordt vaak gehinderd, de groei van een organisme bv. kan belemmerd worden door abnormale omstandigheden [44]. Dit is volgens Aristoteles een gevolg van de weerspanning van de ondermaanse stof, die immers is samengesteld uit verschillende elementen - aarde, water, lucht en vuur - die alle hun eigen natuur en bewegingsrichting hebben. Deze "overmacht" waardoor de dingen hun eigen natuur niet kunnen verwezenlijken, doordat de elementen waaruit ze bestaan hun eigen natuur verwezenlijken, noemt Aristoteles noodzakelijkheid ("Ananke"). En omdat "datgene waaruit" de dingen bestaan de materie is, koppelt hij noodzakelijkheid aan materie: "The necessity in nature, then, is plainly what we call by the name of the matter, and the changes in it" [45]. De materie weerstreeft dus het streven naar de volmaakte vorm, zodat de uiteindelijke vorm altijd slechts een benadering is van de Eidos [46].

Er blijkt derhalve een spanning te bestaan tussen doelloorzaak en noodzaak. Toch sluit deze noodzakelijkheid de doelloorzakelijkheid niet uit. Het feit dat de natuur afwijkingen en monstrositeiten oplevert, is geen argument voor het ontbreken van doelloorzakelijkheid: ook de ambachtsman realiseert het doel waarnaar hij streeft niet altijd.

In zijn verhandeling over de biologische methode in De Partibus Animalium onderscheidt Aristoteles overigens nog een vorm

van noodzakelijkheid, die hij hypothetische of voorwaardelijke noodzakelijkheid noemt [47]. In een verklaring kan men namelijk een tweevoudige oorzakelijkheid onderscheiden: 1) de doelloorzakelijkheid, die iets verklaart door verwijzing naar het omwille waarvan iets is of gebeurt en 2) de noodzakelijkheid, die verklaart wat noodzakelijk is om dit omwille waarvan mogelijk te maken.

Exposition should be like this: for example, breathing takes place on account of this [final cause], while that takes place out of necessity. Necessity signifies that if, that is for-the-sake-of-which, then these are in this manner necessary since they are in this state owing to their nature [48].

Gegeven dus dat iets omwille van iets anders tot stand komt, dan is het van belang om te weten aan welke noodzakelijke voorwaarden moet worden voldaan, om dat iets tot stand te brengen. Immers, gegeven een bepaald doel, dan is het noodzakelijk dat er bepaalde dingen moeten gebeuren: "if there is a house to be made, such and such things are necessary" [49].

Alleen de doelloorzakelijkheid geeft echter de uiteindelijke verklaring van alles wat werkelijk is. "Both causes must be stated by the physicist, but especially the end; for that is the cause of the matter, not vice versa" [50]. De doelloorzakelijkheid is dus primair ten opzichte van de noodzakelijkheid, die hypothetisch, voorwaardelijk is [51]. Doelloorzakelijkheid, als antwoord op de vraag "omwille waarvan", is datgene wat het zoeken naar de andere oorzaken mogelijk maakt. Het is eerst in het perspectief van het "omwille waarvan" dat iets als noodzaak begrepen kan worden. Doelloorzakelijkheid is dus weliswaar primair ten opzichte van de noodzakelijkheid, maar ze sluiten elkaar geenszins wederzijds uit. Integendeel, iedere andere vorm van oorzakelijkheid vooronderstelt altijd reeds een doelloorzaak. Het Telos is een beginsel in het licht waarvan de andere oorzaken eerst hun betekenis verkrijgen [52].

#### 2.2.2.5 Doelloorzaak en Toeval

Om zijn nadruk op het belang van de doelloorzakelijkheid te onderbouwen, verwijst Aristoteles naar de regelmatigheid en doelmatigheid van de natuurdingen, de natuurlijke bewegingen, de organismen en groei- en ontwikkelingsprocessen. Het frekwente voorkomen van regelmaat en orde in de Natuur, kan naar zijn mening niet toevallig tot stand zijn gekomen. Weliswaar kan door toeval iets tot stand komen dat anders alleen met opzet zo gebeurt (bv. het op zijn kant blijven staan van een munt) maar dat is zeldzaam. De regelmaat van de natuur kan zonder doelloorzakelijkheid dus niet verklaard worden [53]. Aristoteles concludeert hieruit dat alles wat omwille van iets gebeurt, het resultaat is van een verstand óf van de natuur [54].

Van groot belang voor ons onderwerp is te zien hoe, bij Aristoteles, de relatie tussen doelloorzakelijkheid en toeval gezien wordt.

In het tweede boek van de "Physica" onderscheidt hij verschillende wijzen waarop de vier oorzaken werkzaam kunnen zijn. Een oorzaak kan natuurlijk, maar ook toevallig werkzaam zijn. Nu kan "toeval" op twee manieren begrepen worden: als "tyche" en als "automaton" [55]. Van "tyche" is sprake indien een resultaat dat normalerwijze door doelbewust handelen tot stand zou komen, tot stand komt zonder dat het met opzet werd nagestreefd. Stel dat men tijdens het graven van een kuil om een boom te planten, een schat vindt, waarmee men zijn schuld kan aflossen. In dat geval is er volgens Aristoteles sprake van toeval ("tyche"). Het graven van een kuil om een boom te planten, is weliswaar een doelbewuste handeling, maar het vinden van de schat is toevallig. "Tyche" is toeval in de betekenis van "geluk hebben": het overkomt diegene die iets met opzet had kunnen nastreven, maar het in dit geval niet heeft gedaan [56].

Automaton daarentegen is toeval toegepast op dingen die niet in staat zijn doelbewust te handelen, zoals dieren en planten [57]. Er is sprake van toeval in de zin van "automaton" indien dat wat gewoonlijk op natuurlijke wijze gebeurt, door een andere oorzaak tot stand komt [58].

Het spreekt dus vanzelf dat noch "tyche", noch "automaton", doelloorzakelijkheid uitsluiten. Integendeel, ze hebben slechts betekenis binnen een context van doelloorzakelijkheid [59].

Het doelgerichte in de natuur is voor Aristoteles essentieel en primair, het toevallige slechts accidenteel en secundair [60].

### 2.2.2.6 Natuur, Doeloorzaak en Bewustzijn

Noch toeval, noch noodzaak sluiten dus doelloorzakelijkheid uit. Het voorkomen van de natuurlijke regelmatigheden vormt juist een argument om ook in de natuurlijke gebeurtenissen een fundamentele rol voor de doelloorzakelijkheid te veronderstellen. Doelloorzakelijkheid moet ook voor de natuurlijke processen gelden.

Dit impliceert voor Aristoteles echter niet dat de natuurorde doelbewust tot stand is gekomen. We mogen de natuur immers niet denken vault de techniek, maar de techniek laat zich juist vanuit de in de natuur werkzame oorzaken begrijpen. Evenals de technicus, streeft de natuur naar de realisatie van een doel. Het is juist door de natuurlijke oorzaken, dat de mens in staat is de natuur in de techniek na te bootsen en te vervolmaken. De mens kan juist daarom door de techniek artificiële producten tot stand brengen, omdat hij op bewuste en gewilde wijze gebruik weet te maken van deze natuurlijke oorzaken, waaronder ook de doeloorzaak.

De natuurlijke dingen worden door Aristoteles dus begrepen naar analogie met de kunsmatige dingen, omdat de kunstenaar, de ambachtsman, de handwerker, in hun scheppend en makend bezig zijn, de natuur imiteren ("mimesis") en wij voor onze kennis moeten uitgaan van datgene wat direct toegankelijk en kenbaar is [61].

Finaliteit in de natuur vooronderstelt, naar de opvatting van Aristoteles dus geen doelstellend bewustzijn.

Dit wordt temeer duidelijk uit het feit dat ook een ambachtsman niet altijd doelbewust overlegt. Hij realiseert zijn doel het meest volkomen, indien hij zo ervaren is dat hij bij alles wat hij doet niet voortdurend hoeft te denken. Hij handelt dan als van nature; zijn ervaring is hem tot een tweede natuur geworden. Hij handelt dan als de natuur zelf. Het enige verschil is dat in de natuur maker en doel identiek zijn. Het beste kunnen we dat begrijpen door ons een arts voor te stellen die zichzelf behandelt: zo werkt de natuur ook.

It is absurd to suppose that purpose is not present, because we do not observe the agent deliberating [...] If the ship-building art were in the wood, it would produce the same result by nature. If, therefore, purpose is present in art, it is present also in nature. The best illustration is a doctor doctoring himself: nature is like that. It is plain then that nature is a cause, a cause that operates for a purpose [62].

Doelbewustheid is voor Aristoteles dus geen voorwaarde voor de natuurfinaliteit, dat wil zeggen voor de verschijnselen van doelstrevendheid, doelgerichtheid en doelmatigheid in de natuur.

#### 2.2.2.7 De Onbewogen Beweger

In Boek 8 van de "Physica" komt Aristoteles, uitgaande van de gedachte dat de natuur een intern principe van zelfbeweging is, tot de vaststelling dat een Onbewogen Beweger de eerste oorzaak moet zijn van alle beweging in het Heelal. Immers, alle beweging en verandering is realisering van potentie in actualiteit, en vooronderstelt daarom tenslotte een laatste absolute actualiteit, die eerste oorzaak is van alle beweging en verandering, doch zelf niet bewogen of veranderd wordt: de Onbewogen Beweger, wiens actualiteit door alle andere natuurlijke bewegingen wordt nagestreefd en voor zover mogelijk nagebootst ("methexis").

In de "Metaphysica" worden de Onbewogen Beweger en de "Nous" met elkaar geïdentificeerd. De Nous is oorzaak van beweging zonder zelf te bewegen of bewogen te worden. Aristoteles tracht dit inzichtelijk te maken, door te refereren naar de wijze waarop het begerenswaardige de begerenden tot werkzaamheid opwekt en oorzaak is van beweging of verandering in degene die begeert: "It causes motion by being an object of desire ("kinei os eromenon")" [63]. Er is dus eigenlijk maar één ding dat de beweging veroorzaakt, namelijk het begerenswaardige object [64].



### 2.2.2.8 Methexis en Kosmologie

Op basis van dit teleologisch principe ontwikkelt Aristoteles een samenhangende kosmologie, waarin de makrokosmos van het universum zich weerspiegelt in de mikrokosmos van het organisme, in het bijzonder de mens. Hierbij speelt het principe van de "methexis" - dat wil zeggen de Nabootsing van de Volmaakte Zijnsstatus van de Onbewogen Beweger - een fundamentele rol. Het vormt de grondslag van de samenhang tussen Kosmologie, Biologie, Psychologie en Ethiek en is de basis van het Aristotelische finalistische wereldbeeld. Het thema van de Methexis komen we dan ook in vele verhandelingen van Aristoteles tegen.

In zijn verhandeling "De Coelo" wordt de eeuwigvoortdurende cirkelbeweging van de hemellichamen verklaard door aan te nemen dat zij zijn gevormd uit een element, de onvergankelijke ether, wiens natuur het is een cirkelvormige beweging na te streven, die de nabootsing is van de eeuwige onveranderlijkheid van de Onbewogen Beweger. "Het te verwezenlijken goed is de onbewogen beweging van de beweging" [65].

De ondermaanse lichamen daarentegen zijn samengesteld uit de vier elementen vuur, lucht, water en aarde. Overeenkomstig hun eigen natuurlijke beweging streven zij naar het bereiken van hun "natuurlijke plaats", alwaar ze de grootst mogelijke "actualiteit" hebben, in nabootsing van de "pure actualiteit" van de Onbewogen Beweger [66].

Ook in zijn verhandeling "De Generatione et Corruptione", die handelt over de kwalitatieve verandering, vinden we het thema van de Methexis: de voortdurende verandering in de natuur wordt verklaard door aan te nemen, dat de natuur altijd het betere nastreeft en de voortdurende verandering (dat wil zeggen voortdurende actualisering) de best mogelijke nabootsing is van de pure actualiteit van de Onbewogen Beweger [67].

In de "De Anima", waarin Aristoteles de aard en functies van de ziel behandelt [68], lezen we:

De meest natuurlijke werkzaamheid van de levende wezens is [tenslotte] een ander, aan zichzelf gelijk wezen voort te brengen [...] om voor zover mogelijk aan het goddelijk eeuwige voortbestaan deelachtig te worden. Dat immers wordt door alles nagestreefd en daarop is de werkzaamheid van alle dingen van nature gericht" [69].

### 2.2.2.9 Kosmologie en Ethiek

Deze beschouwingen vinden hun bekroning in Aristoteles' ethische opvattingen, zoals geformuleerd in de "Ethica Nicomachea". In dit werk wordt de "Nous" voorgesteld als de zelfcontemplatieve God die door de deugdzame mens in zijn streven naar kennis en contemplatie moet worden nagebootst, wil hij gelukkig worden, hetgeen het doel is van het ethisch juiste handelen.

Op het gebied van het handelen nu bestaat een doel dat we om zich zelf willen en om hetwelk we al het andere nastreven, [...] dit doel is het hoogste Goede [70].

Het goede handelen bestaat nu volgens Aristoteles daarin dat de mens zijn eigen specifieke taak zo goed mogelijk uitvoert, dat wil zeggen door de redelijke activiteit van zijn Verstand; want het is juist het redelijk vermogen dat de mens onderscheidt van alle andere levende organismen, en hierin vinden we dus zijn specifieke functie.

Het streven naar het goede is echter niet louter en alleen aan de mens voorbehouden. Integendeel, "het Goede is datgene, waar naar alles streeft" [71]. Ook de natuur "streeft altijd naar het Goede" [72]. De Eerste Beweger is als de "Nous" en als het Goede het uiteindelijke kosmische Telos van alle beweging, verandering, ontwikkeling in natuur, mens en maatschappij.

#### 2.2.2.10 Twee Modaliteiten van Doeloorzaak

Aristoteles wijst er in de "Metaphysica" op dat er twee wijzen zijn waarop een doel kan functioneren. Hij maakt daarin een onderscheid tussen "telos tinos", als datgene wat onmiddellijk in de handeling of het gebeuren wordt nagestreefd en "telos tini", als datgene waarom dit wordt nagestreefd: "Er bestaat een datgene omwille waarvan voor iets en van iets" [73]. De term "doel" kan dus twee dingen betekenen: datgene wat nagestreefd wordt en datgene omwille waarvan iets nagestreefd wordt. Zo is voor Aristoteles het streven van organismen naar zelfhandhaving en soortshandhaving, "telos tinos", doch dit streven is omwille van het deelhebben aan de Goddelijke, Eeuwige Zijnswijze [74].

Alle doelen van de natuurlijke dingen zijn ondergeschikt aan een alomvattend doel, omwille waarvan de doeleinden nagestreefd worden. Dit absolute doel is de deelname aan het Goddelijke [75]. De beweging van de natuurdingen, de ontwikkeling en voortplanting van de organismen en de ontwikkeling van 's mensens rationele vermogens dienen zo alle dit fundamentele Doel, dat uiteindelijk het Goede is, omwille waarvan alles geschiedt.

Aristoteles beschouwt dus als de uiteindelijke grondslag van het ethische leven van de mens, van het politieke leven van de Staat en van het gehele kosmische gebeuren, het streven om zoveel mogelijk als God te zijn. Alle natuurlijke dingen streven in hun natuurlijke beweging en verandering een nabootsing van het eeuwige goddelijke zijn na. Van de eerste elementen, via planten en dieren, tot de mens is het kosmische proces een streven naar de zijnswijze van de Onbewogen Beweger, de Nous, omwille waarvan al het streven en bewegen plaats vindt.

### 2.2.3    Kommentaar en Conclusie

Bij Aristoteles, evenals bij Plato, vormt het filosoferen de weerslag van de overtuiging van de fundamentele analogie die bestaat tussen de Staat, de mens en de kosmos, tussen de mikro- en de makrokosmos. Zijn denken is de uitdrukking van een fundamentele ethische bekommernis. Mens en Staat zijn geordend overeenkomstig de principes die ten grondslag liggen aan de ordening van de gehele kosmos, waarin tenslotte alles naar het Goede streeft. Mikrokosmos en Makrokosmos hangen onverbrekkelijk met elkaar samen. Het één dient ter verheldering van het andere en vice versa [76].

Voor Aristoteles is de doelloorzakelijkheid de fundamentele voorwaarde om überhaupt over noodzakelijkheid, oorzakelijkheid en toeval te kunnen spreken. Over het doelmatige in de levende wezens kan men eerst dan spreken als men de levende organismen onder het opzicht van de teleologische beschouwingswijze begrijpt: organismen zijn doelstrevende entiteiten ten behoeve waarvan hun organen en functies doelmatig zijn. Slechts onder de vooronderstelling van een "omwille van" zijn we in staat in de natuur abnormale en pathologische gevallen te herkennen.

Bovendien heeft de verwijzing naar toeval eerst betekenis onder de impliciete vooronderstelling van finaliteit. Daarom is Telos het meest fundamentele en primaire van de "Archai". Voor Aristoteles sluiten toeval en finaliteit elkaar niet uit, evenmin als toeval en noodzakelijkheid elkaar uitsluiten. Zoals we nog zullen zien hebben deze opvattingen nog steeds grote relevantie voor de hedendaagse discussie.

Aristoteles legt vooral de nadruk op de interne teleologie in de verklaring van natuurlijke gebeurtenissen. De natuurlijke beweging en verandering wordt verklaard als realisering van een Telos, dat als "entelechie" in de natuur van het ding en organisme aanwezig is en omwille waarvan de verandering plaatsvindt. Dit doel is de Vorm, de Eidos. Elk natuurlijk ding heeft zijn eigen immanente telos. We kunnen hier van een "gesloten finaliteit" spreken, waarbij de natuurlijke veranderingen op een van te voren te bepalen en te definiëren telos afstevenen: de eidos, die door een wezensdefinitie kan worden uitgedrukt. Aan deze gesloten finaliteit ligt het paradigma van de embryogenetische ontwikkeling ten grondslag.

Ofschoon het teleologisch inzicht van Aristoteles ongetwijfeld zijn oorsprong vindt in het technische model van het menselijk handelen, en in die zin antropomorf genoemd mag worden, is zijn kosmologie niet antropocentrisch. Niet een Geest, maar de Natuur zelf streeft naar een doel. De finaliteit in de natuur is zelfs juist voorwaarde voor de menselijke finaliteit. Deze opvatting nu, van de continuïteit tussen Natuur en Mens is beduidend beter in overeenstemming met de fundamentele grondgedachte van de evolutieleer, dan het tegenwoordige - vaak impliciet gehuldigde - dualisme tussen Mens en Natuur.

## 2.2.4 Stoa

Na de dood van Aristoteles in 322 v.Chr. ontstonden er in de Hellenistische Wereld twee belangrijke wijsgerige systemen: de Stoa en het Epicurisme. Beide waren op de eerste plaats ethisch geïntereerd, doch hadden een natuurfilosofische grondslag. De natuurfilosofische opvattingen van het Epicurisme waren door het Demokritische natuurbeeld bepaald [77].

Hier zullen wij ons alleen in het kort bezighouden met de natuurfilosofische opvattingen van de Stoa, omdat deze opvattingen een belangrijke rol hebben gespeeld in de vorming van het Romeinse, en daardoor in het Christelijke natuurbeeld van de Middeleeuwen.

Ook in de opvatting van de Stoa is de kosmos een levend en bezielde organisme. De ziel van de kosmos is de goddelijke Logos. Omdat de Logos volstrekt rationeel is, is alles in het wereldorganisme wel-geordend en behoort noodzakelijk zo te zijn. De kosmos is daardoor volstrekt gedetermineerd: er is een reden en oorzaak waarom alles is zoals het is [78]. "Fate is the Reason (logos) of the Cosmos, the reason for what has happened, is happening and will happen" (Chrysippus) [79].

De Stoa benadrukt vooral een functionele teleologie, waarin alle zijnden in een doelmatigheidsverhouding (in een functionele doel-middel relatie) tot elkaar en tot het geheel staan, zoals de organen in een organisme. Omdat de gehele kosmos een groot organisme is, bestaat er tussen alles een functionele relatie: alles is doelmatig op elkaar afgestemd. Deze doelmatigheid is uitdrukking van de Goddelijke Voorzienigheid.

Op basis van de Stoïcijnsche opvatting is het bovendien gerechtvaardigd naar het nut van alles voor alles dat bestaat te vragen.

Finaliteit valt voor de Stoa samen met pure gedetermineerdheid door werkoorzakelijkheid, die door de logos, als voorzienigheid en als Lot, bestuurd wordt. In de Stoïcijnsche natuurfilosofie valt het fundamentele onderscheid tussen de werkoorzaak en de doelloosheid weg; ze zijn identiek.

The philosophy of the Stoics identified the godhead with the supreme Providence which watches over everything at all times [...] [T]he continuity of providence and that of the whole complex of cosmic events led to the identification of providence with the eternal chain of causality, with Fate: uncompromising teleology joined hands with uncompromising determinism [80].

Voor de Voorzienigheid is er geen sprake van toeval, omdat zij alle redenen en oorzaken kent. Voor de Stoa is toeval niet zoals voor Aristoteles het "onbedoelde", maar het gevolg van onze onwetendheid omtrent de bepalende oorzaken. Werkelijk toeval bestaat dus niet, doch is slechts schijnbaar: Alles is oorzakelijk gedetermineerd, alleen kennen wij de oorzaken niet altijd. Dit is een opvatting van toeval, die ook in de hedendaagse discussie tot veel verwarring aanleiding geeft [81].

Astrologie en Mantiek zijn kenmerkende uitingen van dit gedetermineerde Stoïcijnsche wereldbeeld, waarin alles met alles te

maken heeft, niets toevallig is. Uit de stand van de hemellichamen en de kenmerken van een dierlijke lever, konden het lot van mens en zijn instellingen worden voorspeld, door hen die de relevante tekens konden lezen en begrijpen.

De nadruk van de Stoa op het functionele aspect van de teleologie, en op het deterministische karakter van de kosmos, kunnen worden beschouwd als belangrijke factoren bij de vorming van het middeleeuwse wereldbeeld, waarin de idee van de predestinatie zo centraal staat [82]. Het is bovendien zeer waarschijnlijk, dat deze Stoïcijnsse ideeën ook van belang zijn geweest in de vorming van het mechanisticische wereldbeeld van de Nieuwe Tijd, waarin grote nadruk op het noodzakelijke karakter van de natuurwetten werd gelegd [83].

## 2.3 De Middeleeuwen

In de Middeleeuwen ontstaat een fundamentele wijziging in het idee van de teleologie, als gevolg van het feit dat het antieke gedachtengoed zich vermengt met ideeën uit de Bijbel en de Christelijke Theologie. Het hele middeleeuwse denken vertoont de diepe sporen van de vroeg-christelijke pogingen om het neo-Platonisme met het scheppingsvershaal te verbinden. Ook de opvattingen ten aanzien van het ontstaan van het leven worden beheerst door het bijbelse scheppingsverhaal "Genesis".

De teleologische natuurbeschouwing wordt haast vanzelfsprekend geïdentificeerd met een theologische natuurbeschouwing. God is niet alleen, zoals bij Aristoteles, datgene omwille waarvan alles beweegt en verandert, maar Hij is tevens de werkoorzaak, de Schepper van alle dingen in de natuur. De kritiek van de laat-middeleeuwse filosofen en van de moderne filosofen op het "doel"-begrip, is dan ook haast onvermijdelijk een kritiek op deze theologische teleologie!

### 2.3.1 Neo-Platonisme

De Antieke wijsbegeerte had zijn bekroning in het denken van Plotinus (205-270) gevonden. Zijn neo-Platonisme vormde een synthese van Platoonse, Aristotelische en Stoïcijns elementen en had grote invloed op Augustinus (354-430), de grondlegger van een systematische Christelijke theologie, die het theologische en wijsgerige denken van de Middeleeuwen op beslissende wijze beïnvloedde [84].

In het neo-Platonisme stond vooral de idee van "emanatie" centraal: de werkelijkheid is een noodzakelijke "uitstraling" van Gods Goedheid. Het behoort tot de volmaaktheid van het Goede, dat het zich in de existentie van alle bestaande dingen wil, en moet mededelen [85]. De fenomenale en veranderlijke wereld is de onvolmaakte afschaduw van een onveranderlijke ideeën-wereld, die op zijn beurt voortkomt uit het Idee der ideeën, het Goede.

De gedachte van de "scala naturae" vormde het fundament van de neo-Platoonse metafysica, die door de middeleeuwse theoloog-filosofen tot de grondslag van de Christelijke wereldbeschouwing werd omgevormd.

Tot aan de 12de eeuw was de middeleeuwse wijsbegeerte, die als dienstmaagd van de theologie werd beschouwd, (neo-)platoonse georiënteerd. Vooral de "Timaios" van Plato had grote invloed en kreeg een Christelijke herinterpretatie. De Demiurg wordt tot een persoonlijke God, die, uit Goedheid en in Vrijheid, Hemel en Aarde schiep uit het Niets, overeenkomstig de exemplarische Ideeën in Zijn Geest. Alle dingen zijn van nature zoals ze zijn, omdat God het zo gewild heeft en het dus Goed is.

Er ligt een fundamenteel theologisch-extern teleologische opvatting aan dit middeleeuwse wereldbeeld ten grondslag. God, die

als een transcendente, almachtige, algoede en alwetende Persoon wordt voorgesteld, is degene omwille waarvan de schepping en in het bijzonder de mens bestaat.

Eerst met de herontdekking - na de val van Toledo in 1085 - van de geschriften van Aristoteles in Arabische vertaling, ontstond een hernieuwde belangstelling voor het thema van de immanente natuurfinaliteit.

Ook de Biologie kreeg hierdoor een nieuwe impuls. De Arabische medische en biologische wetenschap maakte immers een bloeiende ontwikkeling door [86]. Het was vooral via Arabische vertalingen uit het Grieks, dat de Westerse wereld, weer in contact kwam met de Griekse biologie en heelkunde.

Albertus Magnus (1206-1280), leermeester van Thomas van Aquino, hield zich intensief met biologische onderwerpen bezig en vatte al de bestaande kennis omtrent de natuur samen. Zijn verhandelingen "De Anima" en "De Planta" waren zeer invloedrijk in zijn dagen. Hij volgt daarin in hoofdlijnen Aristoteles. Bij hem komen we opvattingen tegen waaruit blijkt dat men in zijn tijd de natuur als plastisch beschouwde. Zo beschrijft hij de verschillende manieren waarop organismen in elkaar kunnen overgaan. Zo laat hij bv. zien hoe tarwe in rogge, en eiken in beuken, enz. veranderen [87].

Zijn leerling, de theoloog-filosoof Thomas van Aquino is voor onze studie van belang, omdat hij poogde om een synthese te scheppen tussen de Aristotelische filosofie en de Christelijke theologie. Mede hierom wordt zijn systeem vaak als het hoogtepunt van het scholastieke denken beschouwd. Hierbij moet worden opgemerkt dat het Aristotelisme, zoals dat via de vertalingen van Arabische filosofen en vooral via "de Commentator", Averroës (1126-1198) [88], aan Thomas werd overgeleverd, een ge(neo-)platoniseerd Aristotelisme was. Thomas was veel meer Platonicus dan hij zelf kon vermoeden [89]. Daardoor heeft zijn visie in de loop van de ideeën-geschiedenis tot misverstanden aangaande Aristoteles geleid. De kritiek - op het einde van de Middeleeuwen en in de Renaissance - op de filosofie van Aristoteles, betrof vaak een ge(neo-)platoniseerde en Thomistische interpretatie van zijn ideeën. Ook in de hedendaagse discussies over het probleem van de teleologie, is deze verwarring oorzaak van misverstanden. Kritiek op ideeën van Thomas hield en houdt men te vaak abusievelijk voor een weerlegging van de Aristotelische opvatting over doelloorzaakelijkheid. Daarom is het van belang om aandacht aan de teleologie-opvatting van Thomas te besteden.

### 2.3.2 Teleologie bij Thomas van Aquino

Ook voor Thomas van Aquino (1225-1274) was de wereld het resultaat van de scheppingsdaad van God die als Causa Prima, alles uit het Niets gemaakt had. God is niet alleen "causa finalis" (zoals de Onbewogen Beweger van Aristoteles) maar ook "causa efficiens" van de Schepping [90]. De Schepping heeft zijn bestaan (existentie) verkregen door een vrije scheppingsdaad van God, die de essenties, in Zijn Geest aanwezig, tot aanzijn heeft gebracht, en deze geactualiseerd heeft in de geschapen dingen [91].

Bij Thomas is sprake van zowel externe als interne teleologie: Op basis van het feit dat de kosmos doelmatig geordend is, fundeert Thomas één van zijn vijf Godsbewijzen ("Argument of Design"). Evenals voor Aristoteles, is voor Thomas de regelmatigheid en periodiciteit van de natuurprocessen slechts te begrijpen als uitdrukking van de werkzaamheid van een doelloorzaak in de natuur. De oorzaak van de natuurregulariteit is noodzakelijk een telos [92]. Dit impliceert voor Thomas echter noodzakelijk het bestaan van een Schepper. Hoe kunnen immers dingen, die geen intelligentie bezitten, zich gedragen alsof ze een bepaald doel nastreven? Dat kan alleen, indien ze op dat doel zijn gericht door een wezen dat intelligent is, zoals bv. een pijl door de schutter op zijn doel gericht is [93].

Terwijl voor Aristoteles de finaliteit van het (technische) handelen slechts mogelijk is op basis van een immanente natuurfinaliteit, is bij Thomas de natuurfinaliteit slechts denkbaar onder vooronderstelling van een handelingsfinaliteit. Dit impliceerde een fundamentele omkering: bij Aristoteles is de natuurfinaliteit voorwaarde voor handelingsfinaliteit; bij Thomas is handelingsfinaliteit vooronderstelling van natuurfinaliteit.

Ofschoon Thomas een duidelijk onderscheid wenste te maken tussen de problematiek van de Scheppingsfinaliteit en de natuurfinaliteit, vinden we bij hem de sterke suggestie dat elke finaliteit een bewustzijn vooronderstelt, waarin het telos geanticipeerd wordt. Zeker is, dat Thomas door veel latere en ook hedendaagse denkers in die zin is begrepen, hetgeen aanleiding vormt voor veel misverstand.

Bij Aristoteles is de Onbewogen Beweger door zijn pure aanwezigheid grond en object van alle natuurfinaliteit, terwijl bij Thomas, God oorsprong en subject is van een doelbewuste handelingsactiviteit [94].

Volgens deze opvatting is alle doelloorzakelijkheid tenslotte een gevolg van "agens ab intellectu": finaliteit in de natuur is gevolg van de Goddelijke intelligentie, finaliteit in de cultuur het gevolg van de menselijke intelligentie [95].

Bij Thomas is echter niet slechts sprake van een externe teleologie. God is weliswaar het ultieme doel ("finis cuius gratia"), doch de natuurlijke dingen hebben ook doelen van zichzelf ("finis quo"), omdat God deze doelen in de dingen heeft ingeschapen.

Bij Thomas kan de interne doelgerichtheid niet van de externe doelgerichtheid losgekoppeld worden. Alle verandering in de



kosmos is gericht op God die het ultieme Goed van de Schepping is. In tegenstelling tot God wiens wezen met zijn bestaan samenvalt, heeft het geschapen zijnde slechts een Zijn door deelhebbing ("Ens per participationem"). Bovendien ontleent alles wat bestaat zijn wezen aan het volmaakte wezen. Als gevolg hiervan realiseren de dingen middels hun specifieke activiteit hun eigen wezen, en vormen daardoor tevens een afspiegeling van het wezen van God - een "Representatio Dei" - zoals de hemellichamen in hun eeuwige, cirkelvormige beweging op hun manier de eeuwigheid van God representeren.

Volgens Thomas bestaan er graden van volmaaktheid en van werkelijkheid ("actus") in overeenstemming met de mate waarin de verschillende dingen aan het Zijn deelnemen. Niet elk feitelijk bestaand ding is even volmaakt. Maar, ondanks deze verschillen, streeft ieder geschapen ding naar een "similitudo divina" binnen de mogelijkheid van zijn natuur [96].

Het belangrijkste doel van de geschapen dingen is dus zelfverwerkelijking [97]. En dit streven naar zelfverwerkelijking valt bovendien samen met het streven naar het ultieme "omwille waarvan", dat wil zeggen God, die het volmaakste Zijn en het hoogste Goed is.

Bij Thomas is de teleologie met een antropocentrisch moment geladen. Al de geschapen dingen vormen een geordende en doelmatige kosmos, waarin elk ding zijn eigen doel nastreeft in functie niet van alleen zichzelf, maar van de hele schepping, en met name van de mens: "homo est finis totius generationis" [98]. Regen valt om de planten te doen groeien en planten groeien om de mens tot voedsel te strekken. De mens is immers de kroon op de schepping: Hij is het telos van de gehele aardse productie en werkzaamheid: alles dient tot nut van de mens.

Zoals zal blijken, gaat de hedendaagse discussie over de teleologie in grote mate voorbij aan het onderscheid tussen de stelling van resp. Thomas en Aristoteles. De kritiek op het teleologisch denken gaat ervan uit dat "telos" uitsluitend zin heeft binnen de context van doelbewust handelen. In de kritiek op de teleologie wordt, impliciet of expliciet voorondersteld dat voor doelloorzakelijkheid, een anticiperend bewustzijn noodzakelijk is. Deze opvatting wordt dan nog bovendien aan Aristoteles toegeschreven.

Deze herleiding vindt men overigens reeds aangekondigd in de geschriften van verschillende middeleeuwse denkers, maar vooral in het denken van de grote nominalist, Ockham en diens leerling, Buridanus [99].

### 2.3.3 Discussie over Finaalcausaliteit in de 14e Eeuw.

In de 14e eeuw werd voor het eerst op indringende wijze de vraag gesteld of het doel een oorzaak kan zijn: "Utrum finis est causa?". Alvorens deze kwestie met betrekking tot de natuurdingen te bespreken, wordt door de filosofen onderzocht in hoeverre een doel voor de menselijke handeling als een oorzaak kan worden beschouwd. Voor deze analyse maken zij gebruik van het welbekende onderscheid tussen "finis quo", als het doel dat onmiddellijk in de handeling wordt nagestreefd en "finis cuius gratia", als datgene omwille waarvan dit specifieke doel wordt nagestreefd [100].

De vragen die aan de orde komen zijn: betreft de "finis quo" een ontologische of een epistemologische categorie? Hoe kan het nagestreefde doel, dat nog niet bestaat, oorzaak van een werkelijk effect zijn? Met andere woorden, is een doel een werkelijke oorzaak, of is het slechts een metafoor en een heuristisch middel om de natuurdingen te begrijpen?

Men kan in het algemeen stellen dat de discussie omtrent de finaliteit een voortdurende confrontatie is van de twee standpunten, die reeds door respectievelijk Avicenna en Averroës werden verdedigd.

Reeds de Arabische filosoof Avicenna (980-1037) had beweerd dat bij de menselijke handeling niet het doel van de handeling als een "causa finalis" werkzaam is, maar dat de voorstelling van het doel dat gewild wordt, de oorzaak is van de handeling [101].

Averroës (1126-1198), de andere grote Arabische filosoof, bestreed dit standpunt van Avicenna, omdat daardoor de "causa finalis" tot een "causa efficiens" zou worden herleid [102].

Duns Scotus (1266-1308), Franciscaner theoloog, huldigde een Avicennistische opvatting, dat het doel altijd een voorgesteld doel is, dat als voorstelling de werkoorzaak van de handeling is. Het werkt "secundum esse objectivum quod habet in anima" [103]. Een doelloorzaak is slechts een doel in metaforische zin.

Thomas Wylton, een Engelse Averroïst, polemiseerde tegen de Avicennistische opvatting. De "causa finalis" onderscheidt zich van de andere oorzaken, doordat ze als oorzaak werkzaam is, terwijl ze nog niet reël bestaat. Om als doelloorzaak te kunnen werken, moet het als een nastrevenswaardig Bonum ervaren worden, en iets dat reeds bestaat kan niet meer begeerd worden.

### 2.3.4 William van Ockham

William van Ockham (1290-1349), wellicht de belangrijkste filosoof van de 14de eeuw [104], onderwierp als één van de eersten alle fundamentele begrippen van de Aristotelische natuurfilosofie, zoals substantie, causaliteit, essentie, - maar ook beweging, tijd, plaats - aan een fundamentele kritiek vanuit een consequent volgehouden nominalistisch standpunt.

Naar zijn opvatting is kennis van oorzaken slechts waarschijnlijk, omdat de wereld volstrekt contingent en niet noodzakelijk is. De wereld is immers het resultaat van de wil van God,

die in zijn Almacht effecten zonder natuurlijke oorzaak teweeg kan brengen [105].

Bij Ockham wordt het oorzakelijkheidsprobleem tot een kentheoretische aangelegenheid. Terwijl hij de vorm- en stofoorzaak als echte, interne oorzaken beschouwde, werden werkoorzaak en doelloorzaak, tot slechts verklaringsbeginselen herleid [106].

Voor Ockham bestaan er dus geen echte doelloorzaken. Evenals voor Avicenna is een doel, volgens Ockham, de voorstelling van het doel dat gewild wordt; en deze voorstelling is de oorzaak van het handelen van de mens [107].

Blijkbaar berust Ockhams kritiek dus op de - zoals zal blijken, onjuiste - interpretatie van de doelloorzaak als een soort van werkoorzaak die vanuit de toekomst op het heden werkt. Omdat Ockham geen reden ziet een dergelijke werkoorzaak toe te laten, wijst hij de doelloorzaak als een apart soort oorzaak af: zowel voor het handelen van de mens als, a fortiori, voor de natuur. Deze interpretatie van doelloorzakelijkheid als terugwerkende oorzakelijkheid, is wellicht de belangrijkste misvatting, die sindsdien de discussie omtrent de teleologie-problematiek heeft vertroebeld en die ook heden ten dage nog de oorzaak is van de verwarde behandeling van het probleem der teleologie.

### 2.3.5 Buridanus

De stelling van Ockham werd door diens leerling, Buridanus, bijgevalen. Buridanus (1295-1356), dankt zijn faam vooral aan zijn fundamentele kritiek op de Aristotelische bewegingsleer [108]. Doch ook hij gaf bovendien een systematische kritiek op het concept van de doelloorzakelijkheid van Aristoteles [109]. We vinden bij hem reeds vele van de argumenten, die ook nu nog in de discussies opduiken.

Zoals zijn leermeester, ontkent ook Buridanus op de eerste plaats het werkelijkheidskarakter van oorzaken in het algemeen. Oorzaken zijn voor hem slechts ordeningsschemata, gedachtenconstructies, met behulp waarvan de mens zijn kennis van de individuele, werkelijk bestaande dingen, tot samenhangende reeksen groepeerde. Alleen datgene omwille waarvan ("finis cuius gratia") alles uiteindelijk gebeurt, God, kan doelloorzaak genoemd worden in de echte zin van het woord. De Goddelijke doeleinden van de kosmos, kunnen wij echter niet kennen.

Doelloorzaken in de zin van "finis quo" wijst hij af. Naar zijn opvatting kan een doel geen oorzaak van iets zijn, omdat iets wat niet is, niet de oorzaak kan zijn van iets dat is. Bovendien, moet een oorzaak in de tijd aan het effect voorafgaan. Alle denken over natuurfinaliteit wordt door Buridanus als het gevolg van een antropomorfisme gekarakteriseerd. Omdat wij strevingen in onszelf ervaren, besluiten wij op basis van analogie tot strevingen in de natuur, doch deze analogie is niet gerechtvaardigd. Datgene wat we onmiddellijk in onze handeling nastreven, kan slechts op metaforische wijze "doelloorzaak" genoemd worden [110]. De reden waarom wij het door onze bedoelingen nagestreefde en in onze handelingen te realiseren doel als een "oorzaak" beschouwen, is vol-

gens Buridanus te wijten aan een projectie van de kenvolgorde van oorzaak en gevolg in ons denken, op de werkelijkheid. Wat in werkelijkheid het latere is, is voor ons het eerdere: eerst hebben wij kennis van doeleinden en vervolgens pas van de middelen. Niet het te realiseren doel, maar de wil is evenwel de eigenlijke oorzaak van de handeling. Een dokter schrijft een medicijn voor, omdat hij genezen wil en niet wegens de gezondheid.

Bij natuurdingen, die niet over een eigen wil of intellect beschikken, kan a fortiori helemaal geen sprake zijn van doelloorzaakelijkheid. Doeleinden in de zin van "finis quo", streeft het natuurding niet na, omdat doelstreven ("appetere") een doelkennis ("cognoscere") vooronderstelt, hetgeen slechts voor een intellect mogelijk is. Natuurdingen werken alleen op basis van werkoorzaken, die immanent werkzaam zijn als uitdrukking van de aard van het ding, die als zodanig door God is geschapen. De kosmische orde is voor Buridanus dus weliswaar het resultaat van een schepping Gods - en als zodanig is God natuurlijk het hoogste "finis cuius gratia", dat wil zeggen het uiteindelijke Doel omwille waarvan alles plaatsvindt - maar om de werking van de natuurdingen binnen die geordende kosmos te verklaren, is geen beroep op doelloorzaakelijkheid nodig. Wat de dingen doet werken is immers niet een toekomstig doel (als "finis quo"), maar hun natuur. De enige oorzaak die Buridanus binnen de natuur erkent, is de werkoorzaak en daarvoor geldt het beginsel dat een bepaalde oorzaak - ceteris paribus - steeds hetzelfde effect voortbrengt [111].

Voor Buridanus is iedere toekenning van doeleinden aan de natuur, een vorm van antropocentrisch denken: wij ervaren in ons zelf doeldenken, doelwillen en doelhandelen, en projecteren deze eigenschappen op de natuur [112].

### 2.3.6 Toeval, Noodzaak en Teleologie

In de veertiende eeuw komt onder invloed van denkers als Buridanus ook een wending in de opvattingen omtrent het toeval. Toevallige gebeurtenissen werden aanvankelijk als gebeurtenissen beschouwd, die door het bewerkende agens niet bedoeld zijn. De natuurlijke of intellectuele oorzaken zijn de "causa per se" voor een bedoelde werking; de "causa per accidens" voor een niet bedoelde werking. Volgens deze opvatting kan een gebeurtenis tegelijk noodzakelijk en toevallig zijn. Een zelfde gebeurtenis kan immers tot stand gekomen zijn door natuurlijke en noodzakelijk werkende oorzaken, en toch, voor zover ze niet bedoeld zijn, ook toevallig zijn.

Deze, van oorsprong Aristotelische opvatting staat echter haaks op de middeleeuwse Godsídee. Met betrekking tot de "Prima causa" (God) bestaat er immers geen toeval. Alle toeval is dus voor de scholastiek relatief. In absolute zin bestaat er geen toeval, omdat alles wat gebeurt door God is bedoeld EN als zodanig ook noodzakelijk is. Anneliese Maier, aan wie we een diepgaande analyse van deze problematiek te danken hebben, zegt er het volgende over:

Jedes Ereignis hat eine Causa (proxima, remota und/oder prima), der gegenüber es nicht zufällig, sondern beabsichtigt ist und von der es mit der Notwendigkeit abhängt, die aus der Kausalrelation zwischen Ursache und Wirkung fließt. In diesem Sinne erfolgt alles im Bereiche des Physischen mit Notwendigkeit [...] es ist nichts anderes als das Bekenntnis zu einen durchgängigen Determinismus hinsichtlich des physischen Geschehenszusammenhangs [113].

Daarmee werd het probleem van het toevallige als het "onbedoelde", haast vanzelf geassocieerd met het toevallige als het "niet-noodzakelijke", dat wil zeggen met de problematiek van het "contingente". We moeten daar kort iets over zeggen.

Het probleem van de contingentie, betrof de vraag naar het niet-noodzakelijke. Naast de contingentie der vrijheid bestond er voor de scholastiek ook een contingentie van de natuurlijke gebeurtenissen. Contingentie kon zowel betrekking hebben op de oorzaken als op de effecten. Volgens Averroës [114], is een oorzaak contingent, voorzover deze soms niet tot het daarbij horende effect leidt. Avicenna daarentegen hield dat effecten contingent zijn voorzover de werking van bepaalde oorzaken soms belemmerd wordt [115].

Immers ook al werken de oorzaken de necessitate, dan nog kan als gevolg van andere oorzaken per accidens het effect verijdeld worden. Contingentie betekent dan dus de onzekerheid in het totstandkomen van het effect.

Omdat voor God echter alles noodzakelijk is, ontstond allengs het gebruik om alleen datgene contingent te noemen, wat contingent is vanuit het standpunt van de mens. Buridanus huldigde de opvatting dat ondanks de gedetermineerdheid van de wereld, er toch contingentie in de wereld is, omdat de mens niet alle oorzaken kent. Noodzakelijk-werkende oorzaken kunnen toch contingente effecten teweegbrengen, indien er tussen-oorzaken in het spel zijn, die wij niet kennen. Gebrek aan kennis der oorzaken leidt tot contingentia per accidens.

Hierdoor onstaat opnieuw een verschuiving in betekenis, want het contingente wordt het resultaat van oorzaken, die (nog) niet gekend worden. Daardoor verkrijgt het contingente tevens de betekenis van het niet-noodzakelijke als het "onbepaalbare" en "onvoorspelbare". En door de associatie van het probleem van het toevallige met dat van het contingente, verkrijgt het begrip "toeval" tenslotte een verwarrende hoeveelheid betekenissen, namelijk als het "onbedoelde", als het "niet-noodzakelijke" en als het "onvoorspelbare". Deze begrippen-verwarring speelt de hedendaagse discussies over toeval, noodzaak en teleologie nog steeds parten.

Buridanus bracht ons met zijn radicale kritiek op Aristoteles' natuurfilosofie, aan de rand van de Moderne Tijd. De bekende mediëvist Weinberg acht deze kritiek van groot belang:

It is not too much to say that the medieval critique of medieval thought was, from the logical point of view, far superior to its repudiation by the Humanists and philosophers of the Renaissance [116].

Na Buridanus kon zich, als gevolg van een toenemende scepsis met betrekking tot Aristoteles' autoriteit, een nieuwe, en meer succesvolle methode van kennisverwerving ontplooien [117]. Uit de smeltkroes van opvattingen en wereldbeschouwingen, die het ontstane vacuum tijdens de Renaissance vulden, zou tenslotte de wetenschappelijke methode in moderne zin, als dominante methode van kennisverwerving, naar voren komen.

### Een Machinale Kosmos

Uit de laatste paragraaf is gebleken dat de kritiek op het teleologieconcept reeds tijdens de Middeleeuwen op gang kwam. In de Inleiding hebben we reeds aangegeven waaruit de omwenteling in het wereldbeeld tijdens de Renaissance bestond, door een aantal karakteristieken van het Middeleeuwse wereldbeeld te contrasteren met die van het Moderne wereldbeeld. Een van de meest ingrijpende omwentelingen tijdens de Renaissance was de definalisering van de natuur.

Op de eerste plaats werd het Middeleeuwse beeld van de kosmos als een bezielde en doelstrevende organisme, vervangen door het beeld van de kosmos als een dood, blind werkend mechanisme: de kosmos als machine. De "machina" werd het model, of althans de metafoor van de kosmische orde [1].

Op de tweede plaats werd het zoeken naar doelloorzaken om diverse redenen als wetenschappelijk irrelevant beschouwd [2]. Dit was een gevolg van een verandering van het kennisideaal: wetenschappelijk kennis dient zekere en nuttige kennis te zijn, dat wil zeggen kennis waarmee voorspelling en daardoor beheersing van natuurprocessen mogelijk is. In de Renaissance vindt een herformulering van het oorzakelijkheidsconcept plaats. Men gaat uit van de veronderstelling dat de oorzaak buiten het veroorzaakte moet liggen. Stof en vorm zijn daarom geen echte oorzaken; alleen werk- en doelloorzaak kunnen als zodanig gelden: werkoorzaken voor de natuur, en doelloorzaken voor het handelen. Maar ook voor het handelen blijkt de werkoorzakelijkheid tenslotte een voldoende verklaringsgrond; immers niet het toekomstig doel, maar het motief of de wil is de werkelijke oorzaak van een handeling.

De werkoorzaak wordt bovendien als de noodzakelijke en voldoende grond voor een (verklaring van een) gebeurtenis beschouwd. De opvatting dat, in het bereik van het fysische, alles noodzakelijk is, wint steeds meer terrein. Alleen de menselijke vrijheid wordt als bron van contingentie (het niet-noodzakelijke) gezien [3].

De causale relatie wordt vaak als een logisch-noodzakelijke implicatie beschouwd: de effecten volgen even noodzakelijk uit de oorzaken, als de conclusies uit de premissen. We vinden deze logicistische opvatting van de causale relatie vooral bij Descartes, Spinoza en Leibniz.

Beroep op doelloorzakelijkheid wordt steeds meer beschouwd als overbodig en onnodig in de natuurwetenschap. Kennis van wordt bovendien geacht de menselijke kenvermogens te boven te gaan, omdat deze oorzaken Gods bedoelingen zijn, waarover we niets met zekerheid kunnen weten.

Een belangrijk aspect van de nieuwe wetenschappelijke methode kan samengevat worden in het beginsel: "Weten is meten". Alleen het kwantitatief bepaalbare, meetbare en berekenbare, wordt als het essentiële en meest relevante aspect van de natuur beschouwd. Niet meer het speuren naar het "omwille waarvan" van de veranderingen in de natuur, maar de wiskundige beschrijving, de "wijze waarop" de veranderingen plaatsvinden, komt centraal te staan in het wetenschappelijk onderzoek [4]. Kennis van doelloorzaken is daartoe overbodig. Deze aanpak werd voor het eerst door Galilei in praktijk gebracht.

Bovendien leek het geloof in natuurlijke doelloorzaken op gespannen voet te staan met een instrumentele visie op de wetenschap, waarin deze als middel tot vergroting van de menselijke macht over de natuur ten behoeve van het menselijk welzijn werd gezien. Een natuureigen finaliteit werd daarmee niet in overeenstemming geacht. Deze visie werd als door geen ander verwoord door Francis Bacon, die met recht de heraut van de Nieuwe Tijd genoemd mag worden. Na hem zullen ook Hobbes, Descartes, Spinoza en Locke doelloorzakelijkheid in de natuur om diverse redenen als wetenschappelijk niet adequaat en overbodig achten. Alleen in Berkeley en Leibniz vindt men, om uiteenlopende redenen, nog een poging de geldigheid van doelloorzakelijkheid in de natuur te verdedigen.

Uit onze analyse zal blijken dat, zowel in de kritiek op, als in de verdediging van, een natuurteleologie, steeds verondersteld wordt dat een anticiperend bewustzijn een noodzakelijke voorwaarde vormt voor elke teleologie. Haast zonder meer werd aangenomen dat de verwijzing naar teleologie ter verklaring van de finaliteit in de natuur, een goddelijk bewustzijn veronderstelde. Het probleem van de teleologie werd daardoor beschouwd als een impliciet theologisch probleem, een erfenis van de scholastieke teleologieopvatting, die wellicht verkeerd werd geïnterpreteerd, doordat het fundamentele verschil tussen Scheppingsfinaliteit en Natuurfinaliteit uit het oog werd verloren.

Aangezien een beroep op goddelijke oorzaken in de wetenschap niet kan worden toegestaan, werd, door deze associatie van Teleologie met Theologie, gepoogd om alle teleologische denken uit de wetenschap te bannen.

In de Renaissance herleefde ook het biologische onderzoek. Mede onder de invloed van de groeiende kennis van exotische planten, verzameld in vreemde en verre landen tijdens de ontdekkingsreizen, werden uitgebreide verzamelingen van planten aangelegd. In de beroemde medische scholen van Padua en Bologna kwam de anatomie tot hoge ontwikkeling, zoals de namen van Vesalius (1515-1564) en Harvey (1578-1657) getuigen.



#### 2.4.1 Galileo Galilei

De nieuwe aanpak van de natuurwetenschappen wordt voor het eerst door Galilei (1564-1600) expliciet gemaakt. Naar zijn mening is het de taak van de mechanica om de eigenschappen van de beweging te onderzoeken "welke de oorzaken ervan ook mogen zijn" [5]. Het onderzoek naar oorzaken is niet erg vruchtbaar gebleken. Galilei is niet meer geïnteresseerd in Aristotelisch-scholastieke verborgen oorzaken, of in de vraag naar het "omwille waarvan" een steen valt, maar in de wiskundige beschrijving van de wijze waarop deze valt. We kennen immers de redenen niet waarom een steen naar beneden valt. De enige zaken waarover we iets zeker kunnen weten zijn, naar zijn mening, de primaire kwaliteiten, dat wil zeggen de kwantitatieve bepaaldheden zoals grootte, vorm, getal en beweging. [6]. De kritiek van Galilei op de doelloorzakelijkheid is dus vooral methodologisch van aard.

Met deze uitgangspunten bepaalde Galilei op beslissende wijze een nieuwe opvatting van de wetenschap [7], die zijn voorlopig hoogtepunt zou vinden in de "Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica" van Newton (1687). Hierin wordt met behulp van de gravitatie wetten een mathematische beschrijving gegeven van vele en uiteenlopende natuurverschijnselen, zonder dat over de aard van de gravitatiekracht enige hypothese geformuleerd wordt: "Hypotheses non fingo" [8]. De poging om de aanspraken van de wetenschap op zekere en ware kennis te rechtvaardigen of te weerleggen, vormt een belangrijk aspect van de wijsbegeerte van de Nieuwe Tijd.

#### 2.4.2 Francis Bacon

Ook bij Francis Bacon (1561-1620) vindt men de behoefte om de taak van de wetenschap opnieuw te omschrijven; wetenschap dient naar zijn mening op de eerste plaats nuttig te zijn [9]. Alleen het experiment en de ervaring kunnen de basis zijn van een allesomvattend weten, en alleen de praktische natuurbeheersing kan het doel ervan zijn. Voor het verwerven van een dergelijke kennis is het nodig dat de mens afstand doet van de "the idols and false notions which are now in possession of the human understanding" [10] die, op grond van de traditie of van een gezag, zonder enige kritiek worden aangenomen.

Eén van deze misvattingen is volgens Bacon om doelloorzaken in de natuur te willen zoeken en kennen. Bacon ontkent overigens niet dat er doelloorzaken bestaan - zij zijn immers de bedoelingen van Gods Schepping - maar het zoeken ernaar vormt voor de wetenschap een belemmering.

Not because those final causes are not true, and worthy to be inquired, being kept within their own province; but because their excursions into the limits of physical sciences hath bred a vastness and solitude in that track [11].

Voor Bacon is de teleologische benadering van de natuur nutteloos, ze levert niets op. "The inquisition of final causes is barren and like a virgin consecrated to God produces nothing" [12]. Wil de mens zijn kennis omtrent de natuur ten nutte maken, dan dient hij de natuurwetten te onderzoeken door de natuur op de pijnbank te leggen en haar te dwingen om antwoord te geven op onze vragen. Alleen door kennis van de natuurwetten is het mogelijk de natuur te beheersen. "Human knowledge and human power meet in one [...] Nature to be commanded must be obeyed" [13]. Alleen dan kunnen we haar manipuleren ten behoeve van het welzijn van de mens om een hemel op aarde te vestigen [14]. De natuur wordt als pure grondstof voor menselijke doeleinden opgevat. Aannemen dat de natuur eigen doeleinden heeft, beperkt de bruikbaarheid van de natuur. Natuurfinaliteit wordt dus verworpen omdat deze niet meer overeenstemt met het zelfbeeld van de mens, die in de maakbaarheid van de natuur begint te geloven. Doeloorzakelijkheid wordt door Bacon dus vooral verworpen op basis van utilistische argumenten. De opvatting van Bacon is niet zozeer oorzaak, als wel een symptoom van een tijdsgeest, waarin het bepleiten van Aristotelische principes tot "Donquichotterie" is geworden. De kosmos is definitief geworden tot een blind mechanisme zonder eigen finaliteit.

De kritiek op het teleologieconcept werd in de zogenaamde "mechanische filosofie" van de filosofen van de 17de eeuw, en met name door Descartes, gerechtvaardigd en bekrachtigd [15].

#### 2.4.3 Descartes

Descartes (1596-1650) wordt, meer dan wie dan ook, gezien als de grondlegger van het mechanistisch wereldbeeld. Ook hij heeft fundamentele kritiek op de kennis van zijn tijd, omdat deze zo onzeker en vaag is [16].

Evenals de filosofie van Bacon, heeft ook die van Descartes een praktisch motief. Niet alleen ten behoeve van de theoretische greep, maar ook ten behoeve van de praktische greep op de werkelijkheid is het nodig om onbetwifelbare en zekere kennis te verkrijgen [17]. Dan kan wetenschap tot heil van de mens leiden en vooral ook tot zijn gezondheid bijdragen [18].

Het is de wiskundige methode die ons een dergelijke kennis kan verschaffen [19]. Descartes maakt Galilei's opvatting, dat het boek van de natuur in de taal der wiskunde is geschreven, tot uitgangspunt van zijn metafysica. De stoffelijke natuur is wezenlijk wiskundig van aard en wiskundige kennis is het model voor ware en zekere kennis.

In zijn "Principia Philosophiae" geeft Descartes op basis van deze uitgangspunten, aan het machinemodel van de natuur een metafysische rechtvaardiging. De Kosmos, het dier en het menselijke lichaam zijn mechanismen, waarbij de enige interactie tussen materiedelen die van druk, trek en stoot is [20].

Vanuit dit perspectief is het zoeken naar finale oorzaken heilloos. Bovendien zullen de bedoelingen die God met de schepping voorhad, voor ons altijd verborgen blijven:

tout ce genre de causes qu'on a coutume de tirer de la fin, n'est d'aucun usage dans les choses physiques ou naturelles : car il ne me semble pas que je puisse sans témérité rechercher et entreprendre de découvrir les fins impénétrables de Dieu [21].

Evenmin als Bacon, wijst ook Descartes doelloorzaken als zodanig niet af, doch hij acht deze in de wetenschap niet zinvol. Wetenschappelijk gezien is het ook volstrekt zonder betekenis om te weten of er doelloorzakelijkheid in de natuur is; de natuur kan volledig verklaard worden met behulp van de principes van de mechanica, die slechts gebruik maakt van werkoorzakelijkheid. "We must not inquire into the final, but only into the efficient causes of created things" [22].

Ook Descartes vertolkt de opvatting dat het aannemen van eigen doeleinden van de natuur de beheersing ervan belemmert. Ware kennis moet zekere kennis zijn. En het is omdat we geen zekerheid kunnen krijgen omtrent de doelloorzaken, dat ze voor de wetenschappelijke kennis ongeschikt zijn. Descartes wijst het zoeken naar doelloorzaken in de (natuur)wetenschap dus af op basis van methodologische, utilistische en metafysische argumenten.

Daarbij moet overigens worden opgemerkt dat het streven van Descartes om de teleologische beschouwingswijze uit de wetenschap te bannen, in laatste instantie werd geïnspireerd en geleid door het ethische en teleologische motief, de menselijke kennis dienstbaar te maken aan het welzijn van de mens [23].

Onder invloed van de fysiologische opvattingen van Descartes, zoals uiteengezet in zijn "Le Monde" (1662), waarin het lichaam van mens en dier wordt beschreven als een ingenieuze machine, ontstond een heropleving van het conflict tussen mechanisme en vitalisme - een tegenstelling die een zo belangrijke rol heeft gespeeld in de geschiedenis van de biologie - in de strijd tussen de zogenaamde "iatrophysici", zoals Boerhave (1668-1738) en de zogenaamde "iatrochemici", zoals van Helmont. We komen daar nog uitvoeriger over te spreken.

#### 2.4.4 Thomas Hobbes en John Locke

Ook de Engelse filosoof Hobbes (1588-1679) was de opvatting toegedaan dat finale oorzaken niet nodig zijn in de wetenschap. Alles kan immers verklaard worden met behulp van de mechanische principes op grond waarvan de bewegingen van de atomen beschreven kunnen worden. Vorm- en doelloorzaken zijn naar zijn mening te herleiden tot werkoorzaken, en dat geldt ook voor de handelingen van de mens. "A final cause has no place but in such things as have sense and will; and this also I shall prove to be an efficient cause" [24].

De Engelse empiristische filosoof Locke (1632-1704) wijst doelloorzaken af op basis van een epistemologische analyse. In zijn hoofdwerk "An Essay concerning Human Understanding", ontwikkelt hij zijn opvatting dat alle kennis uit de ervaring stamt. Alle kennis is gebaseerd op zintuigelijke indrukken ("sensations" en "reflections"), en dat geldt ook voor de zogenaamde "complex ideas" zoals die van causaliteit. De empirische basis van de werkoorzakelijkheid ligt o.a. in de ervaring van onze wilshandelingen [25]. Voor doelloorzakelijkheid is echter geen empirische basis, zo beweert Locke. Verwijzingen naar doelloorzaken hebben volgens Locke een metaforische betekenis. Ze zijn ontsproten aan onze verbeelding en zeggen niets over de dingen zelf [26].

#### 2.4.5 Spinoza

De opvattingen van Spinoza (1632-1677) over teleologie zijn te vinden in een Aanhangsel van het eerste boek van zijn "Ethica" (1677). Zijn afwijzing van de doelloorzaken is radikaler dan bij zijn tijdgenoten. Hij wijst zelfs de geldigheid van de teleologie af op het gebied waar men het nog zou kunnen verwachten: bij de mens, en bij God.

Voor Spinoza is God de enige ware oorzaak van alles wat bestaat en gebeurt. Niet als een boven de wereld staande transcendente oorzaak, maar als de immanente grond van de wereld, die de noodzakelijke uitdrukking van Hem is [27]. God is geen transcendente Schepper, maar de immanente, voortdurend scheppende werkzaamheid ("Natura naturans") van de "Natuur" ("Natura naturata") zelf.

Het Spinozistisch wereldbeeld heeft daardoor een streng-gedetermineerd karakter, want de natuur komt op noodzakelijke wijze uit de goddelijke substantie voort. Alles wat bestaat, gebeurt is, gebeurt en zal gebeuren, is absoluut noodzakelijk, zo noodzakelijk als het wezen van God zelf [28].

Als gevolg van deze opvatting wordt de causale relatie door Spinoza als een logische inferentie opgevat: "Uit een gegeven oorzaak volgt noodzakelijk een bepaald effect" [29]. De wereld vloeit op noodzakelijke wijze uit haar Grond voort, zoals een conclusie uit haar premissen.

Spinoza merkt op dat degenen die de leer van de doelloorzaken wensen te verdedigen steeds trachten aan te tonen dat niets door toeval geschiedt, doch dat alles door God gewild en bedoeld is. Toeval is voor hen niet anders dan gevolg van onwetendheid omtrent Gods bedoelingen. Maar God heeft geen bedoelingen en er is niets toevallig omdat alles noodzakelijk is, en uitdrukking van de noodzakelijke drang, "conatus", van de God-Natuur [30].

Omdat de mensen onwetend zijn omtrent de ware aard van de dingen, geloven zij dat de orde in de natuur door een volmaakte God welbewust zo is geschapen. Maar noch God, noch de Natuur heeft een vooropgezet doel. Immers, het eeuwige en oneindige Wezen, dat God of Natuur genoemd wordt, handelt slechts met noodwendigheid en niet terwille van enig doel [31]. Bovendien heft de leer van de doelloorzaken de volmaaktheid van God juist op, want "indien God terwille van een doel handelt, moet hij noodzakelijk iets begeren dat hem ontbreekt" [32]. Doelloorzaken vooronderstellen tenslotte keuzevrijheid, doch die bestaat niet, want alles is noodzakelijk bepaald.

Spinoza beschouwt de opvatting dat alle dingen in de Natuur, evenals de mensen zelf, omwille van een doel handelen en dat God alles bestiert met het oog op een bepaald doel - als een vooroordeel. Dit vooroordeel is het resultaat van de menselijke neiging eigen voordeel te zoeken en alles met een bedoeling te doen, "met het gevolg dat zij slechts de doelloorzaken van de gebeurtenissen wensen te kennen" [33]. Alle doelloorzaken zijn echter niets anders dan menselijke verzinselen: een vorm van verbeelding, die niet de aard van enig ding doet kennen [34]. Spinoza verwerpt doelloorzakelijkheid dus als een antropomorfe fictie, waardoor de feitelijke natuurorde wordt omgekeerd.

Desondanks treft men bij Spinoza een vorm van impliciete teleologie aan: namelijk in Spinoza's beginsel dat "elk ding tracht, voorzover het van hem afhangt, in zijn bestaan te volharden. [...] Alle zijn streeft naar zelfbehoud; dat is haar wezen" [35]. In zekere zin wordt bij hem de zelfverwerkelijkingsfinaliteit van de Antieke en Middeleeuwse denkers vervangen door een zelfhandhavingsfinaliteit.

Het doel omwille waarvan de mens handelt valt samen met zijn drang ("appetitus"), die uitdrukking is van de noodzakelijke streving ("conatus") in de natuur. "Onder het "doel" terwille waarvan (de bedoeling waarmee) wij iets doen, versta ik de drang (appetitus)" [36]. Maar wij kunnen niets begeren dan wat noodzakelijk is en derhalve is ons streven (conatus) in overeenstemming met de orde van de gehele Natuur [37].

Spinoza radicaliseert de kritiek op de finaliteit. Iedere vorm van finaliteit is voor hem illusoir. In zijn optiek valt finaliteit samen met determinisme [38]. Door het noodzakelijke karakter van de natuur is alles evenzo gepredestineerd, als wanneer alles overeenkomstig Gods bedoelingen zou plaats vinden.

Werd de teleologie door Bacon en Descartes afgewezen op voorname-lijk methodologische en epistemologische gronden, door Spinoza werd ze metafysisch ontkracht en geïdentificeerd met noodzakelijke gedetermineerdheid, die zich uitdrukt in een natuurdwang ("conatus") tot zelfbehoud. Deze zelfbehouds-finaliteit vormt overigens ook de grondslag van de evolutietheorie [39].

## 2.4.6 Leibniz

Temidden van al deze pogingen om de finaliteitsgedachte te ondermijnen, probeerde Leibniz (1646-1716) aan te tonen dat het principe van de doelloorzaakelijkheid binnen de wetenschap niet alleen met de mechanistische werkoorzaakelijkheid verzoend kon worden, maar bovendien ook wetenschappelijk onmisbaar was. Bovendien ontwikkelde hij, mede op basis van de gegevens van de natuurwetenschap van zijn tijd, een opvatting over een immanente natuurfinaliteit.

Het Mechanicisme is volgens Leibniz eenzijdig, omdat het uitsluitend gebruik wenst te maken van werkoorzaken. Goede verklaringen echter moeten zowel op werkoorzaken als op doelloorzaken beroep doen. De werkoorzaakelijke verklaring in de fysica is weliswaar adequaat, maar niet volledig; zij dient aangevuld te worden door een doelloorzaakelijke verklaring van de metafysica.

In zijn *Monadologie* (1714) beschrijft Leibniz de wereld als bestaande uit talloze substanties, "monaden", die door God in een "harmonie préétablie", overeenkomstig hun "compossibele" mogelijkheden, zijn samengevoegd tot een harmonisch samenhangend universum. Iedere monade is een "krachtscentrum", "ziel", een "entelechie", met waarnemingsvermogen ("perceptie") en streefvermogen ("appetitie") [40]. De ontwikkeling van een monade is een gevolg van haar streefvermogen. De drang tot zelfverwerkelijking ("entelechie") van de monade vindt zijn uitdrukking in de continue ontplooiing ("evolutio") van de werkelijkheid [41]. Het te bereiken einddoel is reeds impliciet aanwezig in de structuur van de monade.

Elke monade bevat, als predicatieve eigenschappen, al de gebeurtenissen, die haar overkomen zijn en haar overkomen zullen. Elk waar oordeel over de monade is in het begrip ervan besloten en noodzakelijk waar. Iedere monade is eigenlijk reeds zijn hele geschiedenis, waarbij de ene gebeurtenis uit de andere voortkomt met dezelfde noodzakelijkheid als een conclusie uit haar premissen [42]. "Het heden is zwanger van de toekomst", zo stelde Leibniz vast [43].

Daardoor is er voor elk feit in het universum een reden. Ook bij Leibniz vinden we de identificatie van logische orde met de ontologische en van de causale relatie met de logische inferentie. Het causaliteitsprincipe: "alles heeft een oorzaak", wordt door hem als een logische implicatie begrepen [44].

In de geschriften van Leibniz zijn drie opvattingen over teleologie te vinden [45].

1) Op de eerste plaats verdedigt hij teleologie in de vorm van het "Argument of Design", vooral in zijn "Discours de Metaphysique" (1686). Omdat de wereld de uitdrukking is van een goddelijk voorbeschikte harmonie en niet beter had kunnen worden gemaakt, is zij ook begrijpelijk door verwijzing naar doelloorzaakelijkheid, als het "omwille waarvan" alles is zoals het is. Met instemming verwijst Leibniz naar de tegenwerping van Socrates tegen Anaxagoras in de *Phaedro* van Plato: "Het is onzinnig een soevereine intelligentie in te voeren, om vervolgens in plaats zich van deze wijsheid te bedienen, slechts gebruik te maken van

de materie om de verschijnselen te verklaren" [46]. Alleen doeloorzakelijkheid kan verklaren waarom de wereld is zoals ze is [47].

Gods plan uit zich o.a. in de doelmatigheid van de levende natuur, in de samenstelling van de natuurwetten en in het bestaan van de minimum- en maximumprincipes in de fysica, die uitdrukking zijn van de economie van de natuur en zonder verwijzing naar een doel onbegrijpelijk blijven [48]. De mechanische verklaring van de natuur geschiedt altijd binnen het kader van de optiek op deze wereld als de beste aller mogelijke werelden. De mechanische causaliteit vooronderstelt steeds deze doelloorzakelijkheid.

2) Op de tweede plaats huldigt Leibniz een vorm van immanente natuurfinaliteit. Deze opvatting vindt men vooral uitgewerkt in zijn "Principes de la Nature et de la Grâce" (1714). De monade is immers een entelechie. Zoals de beweging op elk moment een bepaalde "gerichtheid" heeft [49], dat wil zeggen bestaat uit "krachtscentra" die naar de toekomst wijzen, zo zijn ook de monaden dergelijke krachtscentra, die op elk moment van hun werkzaamheid, de toekomst anticiperen. Het te bereiken einddoel is reeds impliciet aanwezig in de structuur van de monade. De monaden bezitten een streefvermogen, "appetitus", tot zelfverwerkelijking. Ze streven naar de verwerkelijking van hun ("compossibele") mogelijkheden, die als eigenschappen in hun essentie besloten liggen, dat wil zeggen ze streven naar zelfverwerkelijking voorzover dat mogelijk is [50].

De drang tot zelfverwerkelijking van de monade vindt zijn uitdrukking in de continue evolutie van de werkelijkheid. Van groot belang voor Leibniz waren het "Beginsel van volheid", en het "Beginsel van continuïteit", volgens dewelke de gehele werkelijkheid is opgebouwd uit een continue reeks van monaden, van laag tot hoog ontwikkeld, overeenkomstig de helderheid van hun voorstellingen.

Die zwingende Kraft dieses Kontinuitätsprinzips steht für mich fest [...]. So bilden notwendig alle Ordnungen der natürlichen Wesen eine einzige Kette, in der die verschiedenen Klassen, wie eben sovieler Ringe, so eng in einander haften, dass es für die Sinne und die Einbildung unmöglich ist, genau den Punkt anzugeben, wo die eine anfängt und die andere endigt [51].

In dit verband is het van belang erop te wijzen dat Leibniz door deze gedachte de idee van "natura non facit saltus" nieuw leven inblies. Een gedachte die, zoals we reeds eerder opmerkten, als een belangrijke vooronderstelling van de evolutietheorie beschouwd kan worden. Of Leibniz zelf reeds evolutionaire ideeën koesterde, is een punt van discussie [52].

De gehele werkelijkheid is voor Leibniz "levende werkzaamheid", met een inwendig en uitwendig aspect. Terwijl de natuurprocessen wat betreft hun verschijnende buitenkant met behulp van de mechanische causaliteit te verklaren zijn, behoort de finaliteit tot de monadologische inwendigheid van de werkelijkheid. Zo is dan de mechanische causaliteit een afgeleid verschijnsel van deze primaire en fundamentele finaliteit. Finaliteit is een kenmerk van de monade op zich zelf, terwijl de

mechanische causaliteit de verschijningsvorm ervan is voor een waarnemer. Onszelf ervaren we immers ook als een doelstrevend subject, terwijl we de ander slechts aan de buitenkant zien, als een handelend object. Beschouwen we de natuur als object, dan observeren wij, als waarnemende buitenstaanders, slechts mechanische causaliteit. Benaderen wij haar als analoog met onszelf, dan toont zich haar finaliteit.

3) Tenslotte is de teleologie bij Leibniz een methodologisch en heuristisch principe, vooral in de "Discours" (1686) en het "Tentamen Anagoricum" (1696). De wereld kan volgens Leibniz altijd vanuit een tweevoudig standpunt bestudeerd worden: door de bestudering van de werkoorzaak en door de bestudering van de doelloorzaak. Maar Leibniz wijst hier ook op het heuristisch belang van de doelloorzakelijke benadering. Ofschoon beroep op de mechanische causaliteit voor de fysica het meest adequaat is, kan het teleologische standpunt ons soms wetenschappelijke inzichten geven, die door de mechanische benadering niet zouden zijn ontdekt [53]. De methode van de doelloorzaken is "soms gemakkelijker" en "erg geschikt om belangrijke en nuttige waarheden te ontdekken, die men via de natuurkundige weg erg lang zou moeten zoeken" [54].

Bovendien levert de teleologische benadering ons soms nuttige zaken, zoals blijkt in de geneeskunde. "Beide [methoden] zijn goed en kunnen nuttig zijn, niet alleen om het vakmanschap van de grote Ambachtsman te bewonderen, maar ook om in de natuurwetenschap en de geneeskunde nuttige zaken te ontdekken" [55]. Ter verklaring van ook de biologische verschijnselen is het beter om beide benaderingswijzen met elkaar te combineren [56].

Door bovenstaande opvattingen gelooft Leibniz dat het mogelijk is om de methode van de doelloorzaken te verzoenen met die van de werkoorzaken. Er is dan ook geen enkele reden waarom beide partijen elkaar zouden moeten beschimpen.

Evenals voor Aristoteles is ook voor Leibniz doelloorzakelijkheid de vooronderstelling van mechanische causaliteit. Aan hen die volhouden dat de natuur wel degelijk op volstrekt mechanische wijze begrepen kan worden, kan worden aangetoond dat dat onmogelijk is zonder "architectonische gronden te veronderstellen" [57]. Hieruit blijkt hoezeer Leibniz redeneerde vanuit een nog middeleeuws perspectief, waarin de finaliteit in de natuur, de intentionaliteit van een goddelijke scheppende intelligentie vooronderstelt: de (Goddelijke) handelingsfinaliteit is de vooronderstelling en de voorwaarde voor (het denken over en verklaren van) de natuurfinaliteit.

De ideeën van Leibniz vonden grote weerklank. In Duitsland heeft vooral zijn leerling Christiaan Wolff (1679-1754) gepoogd de veelheid van ideeën van zijn leermeester tot een consistent systeem te formuleren. Wolff introduceerde de term "teleologie", zoals we reeds in de inleiding opmerkten, en had grote invloed op Immanuel Kant. De geschriften van Leibniz vormden ook een belangrijk uitgangspunt voor de "natuurlijke theologie" in de achttiende eeuw, die later door Darwins evolutietheorie zou worden ondergraven. Bovendien werden de ideeën van Leibniz over een immanente natuurfinaliteit, in de levenskrachttheorie en in het Duitse Idealisme opnieuw opgenomen.



#### 2.4.7 Berkeley

Ook bij Berkeley (1685-1753) treffen we een poging aan om het concept van de doelloorzakelijkheid opnieuw een plaats te geven in het streven van de mens naar kennis van de natuur. Berkeley wees het mechanicisme af, omdat het ten eerste geen recht doet aan de menselijke ervaring van de natuur.

Do they not pretend to explain all things by bodies operating on bodies, according to the laws of motion? [...] yet by all their strained thoughts and extravagant suppositions, have they been able to reach the mechanical production of any one animal or vegetable body? Can they account by the laws of motion, for sounds and tastes, smells or colours, or for the regular course of things? Have they accounted for the aptitude and contrivance, even of the most inconsiderable parts of the universe? [58].

Berkeley wijst het geloof in het bestaan van de materie af. Onze voorstellingen hebben hun oorsprong niet in een inerte materiële substantie, maar in een actieve geestelijke substantie. De geest is de enig werkelijke substantie en het bestaan der dingen is niets anders dan een waargenomen worden: "Esse est Percipi" [59].

Hij wijst daarom ook het principe van mechanische causaliteit af. Het begrip "oorzaak" houdt immers activiteit in en omdat de materie volgens het mechanicisme inactief is, kan alleen de wil van een geestelijk wezen oorzaak van iets zijn. Volgens Berkeley is de term "causaliteit" alleen van toepassing op de wilshandelingen van God en de mens. Alleen de wil "makes something happen" [60]. De goddelijke wil is de enig ware oorzaak van al het gebeuren in onze wereld [61].

Bovendien is het mechanicisme volgens Berkeley onhoudbaar, omdat het de harmonie in de kosmos niet kan verklaren. De orde in de Kosmos kan niet het gevolg zijn van een blind werkende mechanische causaliteit, of van toeval, maar moet het resultaat zijn van een intelligente oorzaak. De orde en regelmaat tussen de waargenomen kwaliteiten zijn zo door God gewild, en worden door de mens als de wetten der natuur ervaren.

Het zoeken naar doelloorzaken is daarom wel degelijk zinvol. Dat de studie van de natuur mogelijk is en van nut is voor de mens is alleen het gevolg van Gods goedheid [62]. Door Berkeley wordt dus vooral de externe teleologie benadrukt, in de vorm van het "argument of design". Dit argument speelt ook een belangrijke rol in de opvattingen van de zogenaamde "Natuurlijke Theologie" van het Deïsme der 18e eeuw.

## 2.5 De Verlichting

### Natuur als Historisch Proces

Op het einde van de 18e eeuw wordt naar de opvatting van verschillende auteurs de dimensie van de tijd ontdekt [63]. De maatschappij, de cultuur en ook de natuur worden steeds meer in hun historische dimensie beschouwd. Deze historisering komt in de biologie tot uitdrukking in het ontstaan van de zogenaamde "natuurlijke historie" en in de evolutiegedachte, op het einde van de achttiende eeuw. Deze historisering van het Natuurbeeld was voornamelijk het gevolg van twee ontwikkelingen: allereerst het zogenaamde vooruitgangsgeloof dat zich in de loop van de 18e eeuw vormde en, op de tweede plaats, de ontdekkingen in de geologie en de herwaarvan deing der fossielen.

Om de complexiteit van het probleem van de relatie tussen teleologie en de evolutieeler te begrijpen, is het noodzakelijk nader in te gaan op nog een tweetal thema's, die belangrijke voorwaarden vormden voor het ontstaan van de evolutietheorie en waarmee bovendien het probleem van de teleologie is gemoeid. Deze thema's zijn die van 1) de Natuurlijke Theologie, en van 2) de idee van zelf-Organisatie.

#### 2.5.1 De Natuurlijke Theologie

De geschriften van Leibniz en Berkeley vormden een belangrijk uitgangspunt voor de zogenaamde "Natuurlijke Theologie" in de achttiende eeuw. De "Natuurlijke Theologie" is voor ons betoog van groot belang, niet alleen vanwege haar opvattingen omtrent het probleem van de teleologie, maar ook omdat mede uit het gedachtengoed hiervan, de wetenschappelijke evolutietheorieën op het einde van de 18e en begin van de 19e eeuw, zijn ontstaan.

De Natuurlijke Theologie trachtte de christelijke openbaring met de gegevens van de natuurwetenschappen te verzoenen. Vooral Richard Bentley (1662-1742) poogde in zijn "A Confutation of Atheism from the Origin and Frame of the World" (1693) de dreigende atheïstische consequenties van Newtons fysica te ontzenuwen. Volgens het Newtonisme werd de kosmos immers beschouwd als een zelf-regulerend en zichzelf bewegend systeem, dat volgens vaststaande wetmatigheden, automatisch en doelmatig werkt. Hierdoor kon de indruk gewekt worden dat God overbodig was. Bentley hoopte aan te tonen dat Newtons fysica echter niet in tegenspraak was met het bestaan van God, maar dat God juist de noodzakelijke voorwaarde was van de doelmatig en wetmatig geordende kosmos, zoals die door Newton ontdekt was. Evenals een doelmatige machine een ontwerper

nodig heeft, zo ook moeten we, op basis van de doelmatigheid van het natuurlijk systeem, het bestaan van een Goddelijke schepper aannemen. Volgens Bentley wordt de Natuur weliswaar door autonome wetten beheerst, maar de Schepper is de oorsprong en handhaver van deze wetten. Eenmaal dat God de doelmatige wereld geschapen heeft, bemoeit hij zich niet meer met de gang van zaken in de natuur. Hij is, zoals Dijksterhuis zo treffend opmerkte, geworden tot een "ingenieur in ruste" [64]. Deze Godsopvatting wordt ook wel het deïsme genoemd.

Het bestaan van een Goddelijke Schepper bleek echter niet alleen uit de wetmatigheid en regelmaat in de levenloze natuur, maar, volgens de natuurlijke theologie, ook uit de diversiteit en de vrijwel volmaakte aangepastheid van de levensvormen. De diversiteit vormde de uitdrukking van het bestaan van een "chain of being", die als de zichtbare manifestatie werd gezien van Gods almacht en goedheid [65].

De wijsheid van de Schepper liet zich ook afleiden uit het bestaan van de doelmatige aanpassing van de organismen. Verschillende auteurs wezen er op dat er met betrekking tot dit thema, meerdere opvattingen binnen de natuurlijke theologie waren [66].

1) Volgens de ene opvatting is elk organisme volkomen aan zijn omstandigheden aangepast, en zijn alle organen en eigenschappen volstrekt doelmatig. De opvatting van een perfecte adaptatie was echter niet in overeenstemming met alle feiten, zoals bleek uit het bestaan van afwijkingen en rudimentaire organen. Hiervoor trachtte de andere opvatting van de natuurlijk theologie een verklaring te vinden:

2) Volgens deze opvatting zijn de organismen nog niet volmaakt, maar streven ze naar de realisering van hun volmaakte vorm, het "Archetype". Volgens deze opvatting is het voorkomen van rudimentaire organen en niet functionele eigenschappen wel inzichtelijk, omdat de aangepastheid van een organisme beperkt wordt door allerhande factoren uit het milieu [67].

Deze, oorspronkelijk Griekse, maar vooral door Leibniz met nieuw leven ingeblazen gedachten, vormden een belangrijke voedingsbodem voor het ontstaan van de evolutietheorieën, die voor de problemen van diversiteit en adaptatie een natuurlijke verklaring poogden te geven.

Zo kunnen Lamarck en Darwin als de respectievelijke erfgenamen beschouwd worden van deze twee verschillende opvattingen binnen de Natuurlijke Theologie. Zo staat de theorie van Lamarck binnen de traditie van de laatste opvatting, waarin een streven naar volmaaktheid wordt benadrukt en die in wezen teruggrijpt op een Aristotelische opvatting van immanente teleologie. De theorie van Darwin daarentegen staat binnen de traditie van de eerste opvatting, waarin de doelmatige aanpassing wordt benadrukt, die in wezen teruggrijpt op een Platoonse opvatting van externe teleologie.

De Natuurlijke Theologie is ook daarom van belang, omdat ze eveneens de achtergrond vormde van het ontstaan van de zogenaamde "idealistische morfologie", waaruit tenslotte de vergelijkende morfologie en anatomie ontstonden, die een grote hoeveelheid empirisch materiaal verschaften, die de evolutietheorie ondersteunde.

De kritiek op het "argument of design" bleef echter niet uit. Hume, Kant, Diderot en Holbach bv. wezen het om diverse redenen af en pleitten allen voor het aannemen van een zelf-organiserend vermogen in de natuur. Hierdoor wordt naar hun mening de stelling van een externe organisator van de natuur overbodig.

## 2.5.2 Hume

In zijn "Dialogues Concerning Natural Religion" (1779), keert Hume (1711-1776) zich tegen het "argument of design". Het teleologische godsbewijs is volgens hem niet te rechtvaardigen, vooral omdat het begrip van oorzakelijkheid helemaal niet van toepassing is op de relatie tussen God en het Heelal.

Al onze kennis stamt volgens Hume uit de ervaring: al onze ideeën zijn gebaseerd op zintuigelijke "impressions" [68]. Hij verwierp daarom de causaliteit als een objectieve, noodzakelijke relatie, omdat een zintuigelijke impressie van een noodzakelijk oorzakelijk verband niet voorhanden was. Het enige wat we kunnen waarnemen is een constante coincidentie van twee gebeurtenissen die wij oorzaak en gevolg noemen [69]. Het aannemen van een noodzakelijke causale relatie tussen beide gebeurtenissen is slechts de uitdrukking van onze gewoonte om een gebeurtenis te verwachten, na het optreden van een andere gebeurtenis [70].

Hume verwierpt, op basis van deze analyse, doelloorzaken. Er is geen enkele reden om deze van de zogenaamde werkoorzaken te onderscheiden:

We may learn from the foregoing doctrine, that all causes are of the same kind, and that in particular there is no foundation for that distinction, which we may sometimes make betwixt efficient causes, and formal, and material, and final causes [71].

Omdat voor Hume het begrip "oorzaak" dus alleen betrekking kan hebben op de coincidentie van gebeurtenissen, is het begrip "oorzaak" niet van toepassing op de relatie tussen God en Heelal. Zowel God als het Heelal zijn immers volkomen uniek en voldoen dus niet aan de voorwaarde die voor Hume kenmerkend is voor de causaliteit [72].

Op de tweede plaats is het "argument of design" naar zijn mening gebaseerd op een "very weak analogy, which is confessedly liable to error and uncertainty", waarbij aangenomen wordt dat er een gelijkenis bestaat tussen menselijke artefacten en Gods schepping [73]. De menselijke intelligentie is weliswaar verantwoordelijk voor het bestaan van doelmatige artefacten, maar "what peculiar privilege has this little agitation of the brain which we call thought, that we must thus make it the model of the whole universe?" [74]. Het gehele probleem gaat het menselijke intellect eenvoudig te boven, zo stelt Hume. Het lijkt hem veel vruchtbaarder de organisme-analogie te verkiezen boven de

machine-analogie, en te veronderstellen dat de wereld zichzelf heeft georganiseerd zoals een plant en een dier, die niet het resultaat zijn van een externe bron van organisatie, zoals in het geval van een machine.

There are other parts of the universe, besides machines of human invention, which bear still a greater resemblance to the fabric of the world, and which therefore afford a better conjecture concerning the universal origin of this system. These parts are the animals and the vegetables. The world plainly resembles more an animal or a vegetable, than it does a watch or a knitting-loom. Its cause, therefore, it is more probable, resembles the cause of the former. The cause of the former is generation or vegetation. The cause, therefore of the world, we may infer to be something similar or analogous to generation or vegetation [75].

Juist op het ogenblik waarop het mechanisme hoogtij viert, verwerpt Hume het mechanisme als verklaringsmodel van de wereld, en grijpt hij terug op het antieke model van een levende kosmos alsmede op het idee van een interne finaliteit.

### 2.5.3 Zelf-Organisatie en Levenskracht

Het thema van het vermogen tot zelforganisatie duikt ook op bij denkers die het "Argument of Design" verwerpen, zoals ook bij Diderot, De la Mettrie en Kant. Dit heeft ondermeer te maken met het feit, dat juist in deze tijd de discussie tussen preformisten en epigenetici binnen de biologie, in het voordeel van de laatsten leek te worden beslecht. Hierover spraken we reeds in het eerste hoofdstuk.

Door de nauwkeurige onderzoeken van de Duitser Caspar Wolff (1733-1794) leek het preformisme definitief weerlegd. Aan de epigenetische oplossing kleefden evenwel ook een aantal moeilijkheden. Hoe kon men bv. verklaren dat, uit een ongeördend substraat, een geördend en doelmatig organisme kon ontstaan. Alle epigenetici moesten op één of andere wijze met dit probleem in het reine zien te komen. Men offerde twee verschillende hypothesen. Sommigen, zoals bv. Diderot en De la Mettrie, deden beroep op de hypothese dat alle materie eigenlijk "levend" is en het vermogen tot zelf-organisatie bezit. Anderen, zoals bv. Blumenbach en Kiemeier, achtten een "Levenskracht" verantwoordelijk voor het ontstaan van de doelmatige organisatie.

### 2.5.3.1 Zelf-Organisatie

De hypothese van zelf-organisatie kreeg grote steun door de regeneratie-experimenten met de zoetwaterpoliep door de Engelsman Abraham Trembley (1710-1784), die toendertijd grote aandacht trokken. Zowel de Franse "philosophes" Diderot en De la Mettrie, als ook Hume, refereren er in hun geschriften naar.

Zoals we zagen, koppelde Hume zijn voorkeur voor de gedachte van zelf-organisatie aan zijn afwijzing van het "Argument of Design". Men kan zich voorstellen dat de wereld zichzelf organiseert op dezelfde wijze waarop een plant of een dier dat doet, dat wil zeggen zonder tussenkomst van een externe bron van organisatie.

Ook bij de Franse "philosophes" ziet men een grote belangstelling voor de idee van zelf-organisatie, die bovendien strookte met de door hen sterk gepropageerde vooruitgangsgedachte.

Diderot (1713-1784), die sterk beïnvloed was door de monadenleer van Leibniz, zag de werkelijkheid als bestaande uit actieve, levende materie, die het vermogen heeft tot zelf-organisatie. De materie is volgens hem geen passieve, maar een actieve, levende substantie. Het enige onderscheid tussen anorganische en organische materie ligt in de mate van organisatie. De Natuur is een organisme dat groeit en zich ontwikkelt en voortdurend nieuwe levensvormen voortbrengt [76]. Diderot suggereert hierbij sterk de idee van evolutie:

Alle wezens gaan in elkaar over, dus ook alle soorten.  
Alles bevindt zich in een eeuwigdurende stroom [...]  
Niets is nauwkeurig afgebakend in de Natuur [77].

Doch juist deze voortdurende verandering van de natuur wijst volgens hem op de afwezigheid van doelloorzakelijkheid. Met name het bestaan van afwijkingen en "monsterlijke" verschijningsvormen bewijst dit: "Laat men [daarom] niet met doelloorzaken aankomen" [78].

Overwegingen van dezelfde aard treft men ook aan bij Julien de la Mettrie (1709-1751) die, ofschoon vaak als de aarts-mechanicist afgeschilderd (hij had het immers gewaagd de mens een machine te noemen [79]), bij nader inzien toch aanmerkelijk genuanceerder is [80]. Ook voor hem is de materie veeleer een levende substantie, die een stuwend beginsel bezit. De experimenten van Trembley hebben volgens hem duidelijk aangetoond dat de Natuur in zichzelf de oorzaken voor organisatie draagt, en dat er geen behoefte is aan God of aan doelloorzaken. "[I]eder klein vezeltje van een georganiseerd lichaam beweegt zich dankzij een intrinsiek beginsel" [81]. Ook De la Mettrie suggereert op basis van de plasticiteit van de levende materie, de idee van evolutie: tussen dier en mens bestaat geen steile kloof, ze lopen in elkaar over [82]. We vinden bij De la Mettrie trouwens opnieuw een oude, Aristotelische gedachte, namelijk die van de "mimesis". De menselijke kunde en

kunst bootst de natuur na: "de kunst is de dochter van de Natuur; deze moet haar dus zijn voorgedaan" [83].

Ook Holbach (1723-1789), wiens "Système Naturelle" (1770) wel de bijbel van het atheïsme werd genoemd, verzet zich zeer krachtig tegen het "argument of Design". Hij beroept zich daarbij eveneens op het zelf-organiserend vermogen van de Natuur, maar bij hem krijgt het thema van zelf-organisatie een deterministisch karakter. Het universum kan niet het gevolg van een Eerste Oorzaak of van een Schepper zijn, omdat het zelf een eeuwige en allesomvattende oorzaak is. De orde in het universum is het noodzakelijk gevolg van de eeuwig bestaande wetmatigheden. Het universum kan slechts zijn wat het is [84].

### 2.5.3.2 De Levenskrachtgedachte

Voor de totstandkoming van een doelmatig geïrdende organisme uit het ongeïrdende ei, werd ook een zogenaamde "Levenskracht" verantwoordelijk geacht. Met name Wolff koppelde zijn epigenetische opvatting aan zijn geloof in een ordenende levenskracht, een "vis essentialis" [85]. De levenskrachttheorie trachtte een alternatief te vinden voor de falende mechanistische verklaring. "Was helfen uns alle Kenntnisse von Hebels, Drücke usw... wenn nicht ein "Lebenskraft" dazu kommt", zo verzuchtte Medicus in 1774 [86]. Overigens dacht men niet dat de levenskracht iets was dat zich aan een wetenschappelijke verklaring onttrok. Zij moest, in analogie met de door Newton gepostuleerde gravitatiekracht, juist een wetenschappelijke verklaring van het levende mogelijk maken, en zo een wetenschappelijke biologie funderen [87]. Ofschoon de levenskrachttheorie door de meeste van haar aanhangers dus als een toetsbare hypothese werd beschouwd, vormde zij echter toch ook de aanzet voor het latere neo-vitalisme, dat een natuurwetenschappelijke verklaring van het levende organisme principieel betwijfelde [88].

De grondslag van de levenskrachttheorie werd gelegd door de bioloog Blumenbach (1752-1840), hoogleraar te Göttingen, in zijn boek "Über den Bildungstrieb" (1781). Hij verwerpt de preformatietheorie en verdedigt de hypothese van de epigenese. Hierbij introduceert hij het begrip van de "Nisus formativus" of "Bildungstrieb".

Was ich [...] durch Beobachten und Nadenken gelernt habe, führt mich am Ende zu der Ueberzeugung: Dass keine präformierten Keime präexistieren: sondern dass in dem vorher rohen ungebildeten Zeugungsstoff [...] ein besonderer [...] Trieb rege wird, [...] Ein Trieb [...] den man [...] mit dem Namen des Bildungstriebes (nisus formativus) bezeichnen kann [89].

Ofschoon de aard van deze kracht onbekend is en als zodanig een "qualitas occulta" genoemd kan worden, mag ons dat niet verhinderen de effecten van deze kracht empirisch te onderzoeken en ze onder algemene wetmatigheden te brengen. Blumenbach trachtte de levenskracht zelfs te kwantificeren, in navolging van wat Newton voor de zwaartekracht had ondernomen.

Ook Carl Friedrich Kielmeyer (1765-1844), die tezamen met Blumenbach in Göttingen onderzoek deed, formuleerde een levenskrachttheorie. Hij achtte de "Lebenskraft" verantwoordelijk voor het doen ontstaan, handhaven en herstellen van de organisatie van het levende organisme. De fysische en chemische krachten zijn, volgens Kielmeyer, slechts in staat tot de vorming van aggregaten, niet van een organisch, geïntegreerd geheel, waarin ieder deel slechts bestaat door en omwille van het geheel.

De Levenskracht had bij hem bovendien ook evolutionaire betekenis: zij zou de verklaring kunnen zijn van de opeenvolging van de verschillende organisatievormen gedurende de aardse historie, waarvan de fossielen getuigenis aflegden [90].

Met name het boek van Blumenbach inspireerde Kant bij het schrijven van zijn "Kritik der Urteilskraft", waarin hij Blumenbach met veel lof vermeldt [91] en over wie hij elders zegt dat "dieser einsehende Mann [...] so viel Licht in die Lehre der Zeugungen gebracht hat" [92]. Kant stuurde zelfs een exemplaar van zijn "Kritik" naar Blumenbach met de volgende opdracht:

Ihre Schriften haben mich vielfältig belehrt; doch hat das Neue in der Vereinigung zweyer Principien, dem der physisch-mechanischen und der bloss teleologischen Erklärungsart der organisierten Natur, welche man sonst geglaubt hat unvereinbar zu seyn, eine nähere Beziehung auf die Ideen, mit denen ich mich vorzüglich beschäftige, die eben einer solchen Bestätigung durch Facta bedürfen. Meine Erkenntlichkeit für diese mir gewordene Belehrung habe ich in einer Stelle des Buches, welches der Buchhandler De la Garde Ihnen zugesandt haben wird, zu bezeigen gesucht [93].

Blumenbach bracht Kant tot de overtuiging dat het mechanisme alleen geen verklaring kon geven voor het probleem van de doelmatigheid in de natuur. In zijn "Kritik der Urteilskraft" zou Kant het probleem van de teleologie op nieuwe en zeer originele wijze doorlichten. Een bestudering van zijn inzichten is voor ons betoog dan ook van groot belang.



## 2.5.4 Kant en het Probleem van de Teleologie

In de ontwikkeling van het denken van Kant over het probleem van de teleologie, laten zich drie stadia onderscheiden.

1) De voor-kritische periode (voor 1781), waarin de invloed van Leibniz merkbaar is; Kant neemt een physico-theologisch standpunt in.

2) De Kritische periode (1781-1787). Door Hume uit zijn "dogmatische sluimer" gewekt, schrijft Kant zijn "Kritik der reinen Vernunft" (1781), waarin hij de stelling inneemt dat de algemeengeldigheid en de noodzakelijkheid van de wetenschappelijke beschrijving van de natuurverschijnselen zijn oorsprong heeft in de structuur van de zuivere rede, en met name in de structuur van het verstand. Oorzakelijkheid is een a priori categorie van het verstand, en dus geen ontologische categorie.

3) De Na-kritische Periode (na 1787). In zijn "Kritik der Urteilskraft" (1790) komt Kant tot de conclusie dat, althans in de biologie, de idee van de teleologie niet gemist kan worden.

Na een korte bespreking van enkele grondgedachten uit de Kritik der reinen Vernunft (KRV), zullen we ons verdiepen in Kants opvattingen over teleologie, zoals neergelegd in de Kritik der Urteilskraft (KU), waarin dit probleem het meest uitvoerig en systematisch wordt behandeld.

### 2.5.4.1 Kritik der reinen Vernunft

In zijn "Kritik der reinen Vernunft" (1781) had Kant de mogelijkhedenvoorwaarden onderzocht voor een natuurkennis, die zoals met name de fysica van Newton, aanspraak maakte op algemeengeldigheid en noodzakelijkheid.

Kant komt tot de conclusie dat onze kennis van de natuur slechts betrekking heeft op de verschijnselen, "Erscheinungen", en niet op "Das Ding an sich". Dat de natuurwetenschappelijke kennis, zoals die is neergelegd in de fysica van Newton, aanspraak kan maken op algemeengeldigheid en noodzakelijkheid, is een gevolg van het feit dat structuren van het kenvermogen - zoals de "Anschauungsformen" Ruimte en Tijd van de "Einbildungskraft", en de "Kategorien" van het "Verstand", zoals Substantie en Causaliteit - aan de werkelijkheid worden opgelegd en mede het kenobject constitueren. Deze structuren maken de kennis van de natuur mogelijk, en zijn a priori geldig. Het zijn zogenaamde "Konstitutive Prinzipien", mogelijkhedenvoorwaarden voor de ervaring van een Natuur als "Erscheinung", die zich volgens bepaalde en algemene wetten gedraagt.

De causaliteitsrelatie is derhalve a priori, dat wil zeggen algemeen en noodzakelijk geldig. Ze is een voorwaarde waardoor voor ons de ervaring van de natuur überhaupt mogelijk is. De

categorie van causaliteit geeft geen verklaring van een gebeurtenis, doch maakt een dergelijke verklaring juist mogelijk [94].

Door zijn categorieënleer meende Kant de vraag, hoe wetenschappelijke kennis mogelijk is, opgelost te hebben. Echte wetenschappelijke kennis moet echter niet alleen gebaseerd zijn op universele en noodzakelijke principes, maar ze moet ook systematisch geordende kennis zijn. Wetenschappelijk onderzoek en kennis vooronderstellen ("setzen voraus") de systematische eenheid van de natuur. Kant meent dat wanneer de wetenschapper een systematisch onderzoek van de natuur wil uitvoeren, hij de "Einheit der Natur" moet vooronderstellen. De wetenschapper ontdekt de eenheid in de natuur dus niet, maar vooronderstelt deze [95]. Dergelijke ideeën worden dus niet door de wetenschap ontdekt, maar leiden haar juist bij haar onderzoek. Kant noemt ze "heuristische" of "regulative Ideen" [96].

Deze vooronderstelling van de eenheid van de natuur impliceert nu een tweede vooronderstelling van de "Vernunft", namelijk dat de natuur doelmatig is georganiseerd.

Denn, wenn man nicht die höchste Zweckmässigkeit in der Natur a priori, d.i. als zum Wesen derselben gehörig, voraussetzen kann, wie will man denn angewiesen sein sie zu suchen [97].

We moeten er bij het wetenschappelijk onderzoek dus vanuit gaan dat de natuur geordend en doelmatig is, willen we tenslotte een systematisch en coherent geheel van wetenschappelijke kennis verkrijgen, in plaats van een opeenhoping van wetenswaardigheden. En ofschoon teleologische begrippen als "doelmatigheid" in de wetenschap eigenlijk niet thuis horen, gelooft Kant toch dat ze een rol spelen bij de kennisverwerving. Door de Natuur namelijk te benaderen alsóf ze teleologisch is, kunnen verbanden ontdekt worden, die anders onmogelijk ontdekt hadden kunnen worden: "Teleologie soll bloss dazu dienen, um die Natureinheit nach allgemeine Gesetzen zu ergänzen" [98].

#### 2.5.4.2 Kritik der Urteilkraft

In zijn Kritik der Urteilkraft (KU) behandelt Kant het probleem van de teleologie vollediger en systematischer dan in de voorgaande geschriften. De "Urteilkraft" (Het Oordeelsvermogen) is, zo stelt Kant, het vermogen om bijzondere gevallen onder algemene regels te subsumeren [99]. Hij onderscheidt twee typen van oordeelsvermogen:

- 1) een bepalend oordeelsvermogen, waardoor het bijzondere onder een gegeven regel wordt gesubsumeerd, en

- 2) een reflecterend oordeelsvermogen, waardoor de regel die van toepassing is op het bijzondere, gezocht kan worden. Het reflecterende Oordeelsvermogen moet een principe bevatten, waardoor

de inductie van het bijzondere naar het algemene gerechtvaardigd wordt. Welnu, dit principe kan geen ander zijn dan dat dat de vooronderstelling van de wereld een systematische en doelmatige eenheid heeft.

Die Zweckmässigkeit der Natur ist also ein besonderer Begriff a priori, der lediglich in der reflektierende Urteils kraft seine Ursprung hat [100].

En omdat we ons de eenheid van de natuur alleen kunnen voorstellen naar analogie met de eenheid van ons denkvermogen, moeten we ons die eenheid (en ook de doelmatigheid) van de natuur voorstellen alsof zij door een boven-menselijke intelligentie is gemaakt, alsof ze uitdrukking is van een bedoeling van een boven-menselijke intelligentie [101]. Het begrip "doelmatigheid" is, in de terminologie van Kant, een transcendentiaal beginsel, omdat het niet is af te leiden uit de ervaring, maar de ervaring juist mogelijk maakt [102].

Het is ook een regulatief beginsel omdat het het onderzoek van de natuur leidt. Het is bovendien een subjectief principe, omdat het betrekking heeft op de wijze waarop wij de dingen beoordelen ten behoeve van een geordende kennis [103].

#### 2.5.4.3 Organisme, Toeval en Teleologie

Het transcendentale principe van de doelmatigheid is niet alleen van toepassing op het Heelal als systeem, maar ook op het organisme als systeem.

Kant was zich reeds vroeg bewust van het feit dat de organische natuur niet was te begrijpen met behulp van mechanische principes overeenkomstig de fysica van Newton. In zijn "Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels" (1755), schreef hij al dat de mechanica van Newton zelfs de vorming van een enkel gras-prietje niet kan verklaren.

Ook in de KRV signaleert hij het probleem van de teleologie in verband met de levende organismen en beweert dat "blinde Notwendigkeit [...] das Zweck in der Natur nicht erklären" kan [104].

In een geschrift van 1788 "Über den Gebrauch teleologischer Prinzipien in der Philosophie" (GTP), beweert hij dat het noodzakelijk is teleologische principes te gebruiken als de fysieke theorie ontoereikend blijkt. Vooral de geschriften van Blumenbach overtuigde Kant van de ontoereikendheid van het mechanistisch verklaringsprogramma voor de organische verschijnselen.

Het kenmerkende van een organisme is juist dat het een systeem is waarin alles wederzijds in betrekking tot elkaar staat als middel en doel. Daarom kan men organismen niet begrijpen zonder beroep te doen op doelloorzaken.

der Begriff eines organisierten Wesens [führt] es schon bei sich, dass es Materie sei, in der sich alles wechsel-

seitig als Zweck und Mittel auf einander in Beziehung steht, und dies sogar nur als System von Endursachen gedacht werden kann, mithin die Möglichkeit desselben nur eine teleologische, keinesweges aber physisch-mechanische Erklärungsart [...] übrig lässt [105].

Dat een dergelijke doelmatige organisatie toevallig zou zijn ontstaan acht Kant evenmin mogelijk. Hij is überhaupt zeer sceptisch over de rol van toeval in de Natuur. Voor onze ervaring en voor ons kennen van de natuur geldt een "hypothetische noodzakelijkheid": "Alles was geschieht ist hypothetisch notwendig." Daarom is de stelling dat "nichts geschieht durch ein blindes Ohngefähr ein Naturgesetz a priori" [106]. Duidelijk is hieruit overigens wel dat Kant het toevallige beschouwt als het niet-noodzakelijke, hetgeen eigenlijk het probleem van het contingente vormt.

#### 2.5.4.4 Doelmatigheid

Het probleem van de organische doelmatigheid behandelt Kant uitvoerig in het tweede deel van de KU, getiteld "Kritik der teleologischen Urteilstkraft". Kant onderscheidt daar vijf vormen van "Zweckmässigkeit" [107]. Het begrip "doelmatigheid" betreft de wijze waarop iets in relatie staat tot iets anders als middel tot doel. Van belang is hier alleen Kants onderscheid tussen:

1) de subjectieve, logische doelmatigheid: een a priori geldig principe, dat voorondersteld moet worden om een wetenschappelijke en systematische kennis van de natuur mogelijk te maken. Deze moet niet aan de dingen zelf worden toegeschreven, maar aan de wijze waarop ze beschouwd worden.

2) de objectieve, materiële doelmatigheid: deze dient wel aan de dingen zelf te worden toegeschreven [108].

Aanvankelijk had Kant de nadruk op de subjectieve doelmatigheid gelegd. Er zijn echter natuurlijke objecten ("Naturprodukten"), namelijk de levende organismen, die zonder een "objektive Zweckmässigkeit, als Prinzip der Möglichkeit der Dinge der Natur", niet begrepen kunnen worden [109].

Van de door Kant onderscheiden vormen van objectieve doelmatigheid, zijn er slechts twee voor onze discussie van belang, namelijk: de uitwendige of relatieve doelmatigheid ("aussere, oder relative Zweckmässigkeit") en de inwendige of absolute doelmatigheid ("innere, oder absolute Zweckmässigkeit").

De uiterlijke, relatieve doelmatigheid heeft betrekking op de relatie waardoor de dingen, voor elkaar en voor de mens, nuttig zijn. Maar het nut van een natuurlijk object voor de mens of voor andere natuurlijke objecten is een onvoldoende basis om aan die objecten zelf doelmatigheid toe te schrijven, dat wil zeggen om ze te beschouwen alsof ze met dat doel werden ontworpen; zij rechtvaardigt op geen enkele wijze teleologische oordelen [110].

#### 2.5.4.5 Innerlijke Doelmatigheid

De innerlijke, absolute doelmatigheid daarentegen verwijst naar de wijze waarop dingen een inherent doel ("Zwecke der Natur") lijken na te streven. Ze heeft betrekking op de levende organismen, die niet op basis van mechanische causaliteit ("blossen nexus effectivus") alleen, begrepen kunnen worden. Om organismen te beschrijven, moet men beroep doen op een "speciale vorm van oorzakelijkheid", namelijk die van een "nexus finalis" [111]. Georganiseerde systemen zoals de organismen, kunnen niet gedacht worden als resultaat van blinde mechanische oorzakelijkheid en toeval, doch slechts alsof zij het resultaat zijn van een intelligent ontwerp dat aan hun realisatie vooraf ging. Doch een dergelijke teleologische beoordeling is slechts een analogie-redenering, die geen aanleiding mag zijn om er het bestaan van God uit te concluderen. Ook dit principe behoort tot het reflecterende oordeelsvermogen en is daarom geen constituerend, maar een objectief regulatief principe.

#### 2.5.4.6 Naturzweck

Organismen zijn voor Kant zogenaamde "Naturzwecke", dat wil zeggen dingen die tegelijk oorzaak en gevolg zijn: "Ein Ding existiert als Naturzweck, wenn es von sich selbst Ursache und Wirkung ist" [112]. Ze worden gekenmerkt door zelfbehoud, groei, reproductie en met name ook door zelf-organisatie, dat wil zeggen door "Erzeugung und Erhaltung von Teilen in wechselseitige Abhängigkeit des ganzen Geschöpf" [113]. Vooral op dit laatste aspect legt Kant veel nadruk: een ding is slechts dan een "Naturzweck", indien aan twee voorwaarden is voldaan. Ten eerste moeten de delen van het organisme in functie staan van het geheel [114]. Ten tweede moeten de delen van het organisme ten opzichte van elkaar zowel oorzaak als gevolg zijn [115]. Met andere woorden, een natuurproduct is slechts dan een "Naturzweck" als het een "organisiertes und sich selbst organisierendes Wesen" is [116]. Het is volgens Kant dan ook niet juist te zeggen, dat in de teleologische beschouwingwijze de organismen in analogie met een kunstproduct worden begrepen. Men zegt dan veel te weinig, want het is juist dit zelf-organiserende vermogen dat een ding tot "Naturzweck" maakt [117].

Welnu, dergelijke "Naturzwecke" zijn slechts te begrijpen met behulp van een teleologisch principe, dat a priori geldig is, dat wil zeggen een principe dat algemeen en noodzakelijk is bij de BESTUDERING van organismen. Dit principe a priori luidt:

Ein organisiertes Produkt der Natur ist das, in welchem alles Zweck und wechselseitig auch Mittel ist. Nichts in ihm ist umsonst, zwecklos, oder einem blinden Naturmechanismen zuzuschreiben [118].

Omdat het een algemeen en noodzakelijk gezichtspunt is, waarmee we de organismen moeten beoordelen, is het een a priori principe [119], doch het is slechts regulatief, omdat het geen uitspraak doet over de objecten zelf, het geeft slechts een leidraad ("Leitfaden") voor het onderzoek van deze objecten [120].

In tegenstelling tot de a priori categorieën van het verstand, kunnen er geen a priori gronden worden aangegeven, die verklaren hoe dergelijke doelen in de natuur mogelijk zijn.

Wie aber Zwecke, die nicht der unsrigen sind, und die auch der Natur (welches wir nicht als intelligentes Wesen annehmen) nicht zukommen, doch eine besondere Art der Kausalität, wenigstens eine ganz eigne Gezetzmässigkeit derselben ausmachen können oder sollen, lässt sich gar nicht a priori mit einigem Grunde präsumieren [121].

#### 2.5.4.7 Zweck der Natur

Kant benadrukt echter dat het beschouwen van een organisme als "Naturzweck", niet betekent dat we het organisme ook kunnen opvatten als een "Zweck der Natur". Het feit dat organismen als "natuurdoelen" beschouwd moeten worden, mag ons er niet toe verleiden te concluderen dat de natuur zelf een doel heeft.

Ein Ding, seiner innern Form halber, als NaturZweck beurteilen ist ganz etwas anderes, als die Existenz dieses Dinges für Zweck der Natur halten [122].

Dat zou immers kennis vereisen van een "Endzweck der Natur", dat een betrekking op iets bovenzinnelijks behoeft, hetgeen onze kennis verre te boven gaat.

Het begrip van het organisme als "Naturzweck" doet ons echter wel een model aan de hand om ook de kosmos als een georganiseerd systeem op te vatten, waarvan de voorstelling - opnieuw als regulatief principe - het onderzoek in de natuurkunde kan leiden [123]. Omdat we organismen moeten beschouwen als "Naturzweck" en alsof ze het resultaat zijn van een intelligent ontwerp, is er geen reden om deze beschouwingswijze te beperken tot organismen; het is volstrekt legitiem de gehele natuur onder dat opzicht te beschouwen [124]. Ook hier is natuurlijk het teleologische principe, waarmee we de Natuur als een systeem onderzoeken waarin alles op elkaar betrokken is, louter regulatief: niets rechtvaardigt het spreken over echte doeleinden ("Absichten") van de natuur.

Een wezenlijk verschil tussen de biologie en de fysica is, dat de biologie van het teleologische beginsel gebruik moet maken,

terwijl de fysica het mag gebruiken. Maar noch de biologie noch de fysica kan uitspraken doen over de aard van de doelloorzaken ("Endursachen"), die als "Zwecke der Natur" de "Zweckmässigkeit in der Natur" zouden verklaren. Evenmin kunnen ze iets zeggen over de vraag of de "Naturzwecke es absichtlich oder unabsichtlich sind" [125].

In de "Methodenlehre" van de KU en vooral in zijn "Kritik der praktischen Vernunft" (1788), die een analyse geeft van de mogelijkheidsvoorwaarden van het morele handelen, doet Kant over dergelijke "Zwecke" nadere uitspraken. Daarin komt hij tot de vaststelling dat er wel degelijk een "Zweck der Natur" bestaat, namelijk de mens, die "Endzweck der Natur" is. Dat dit zo is, volgt echter niet uit de beschouwing van de Natuur, doch uit de beschouwing van de zelfverving van de mens als ethisch-handelend wezen.

Im Menschen [...] als Subjekt der Moralität ist die unbedingte Gesetzgebung in Ansehung der Zwecke anzutreffen, welche ihn also allein fähig macht, ein Endzweck zu sein, dem die ganze Natur teleologisch untergeordnet ist [126].

Met de Kategorische Imperatief moeten we al onze handelingen op hun moreel gehalte beoordelen; één van de formuleringen daarvan luidt:

Handle so, dass du die Menschheit, sowohl in deiner Person, als in der Person jeden andern, jederzeit zugleich als Zweck, niemals bloss als Mittel brauchest [127].

Het probleem van de teleologie blijkt voor Kant uiteindelijk te zijn ingebed in een primaire ethische bekommernis, zoals ook blijkt uit de inleiding tot de KU, waarin hij zegt:

Ob nun zwar eine unübersehbare Kluft zwischen dem Gebiete des Naturbegriffs, als dem Sinnlichen, und dem Gebiete des Freiheitsbegriff, als dem Übersinnlichen, befestigt ist, so dass von dem ersteren zum anderen [...] kein Übergang möglich ist, [und die] erste auf die zweite kein Einfluss haben kann: so soll doch diese auf jene einen Einfluss haben, nämlich der Freiheitsbegriff soll den durch seine Gesetze aufgegebenen Zweck in der Sinnenwelt wirklich machen; und die Natur muss folglich auch so gedacht werden können, dass die Gesetzmässigkeit ihrer Form wenigstens zur Möglichkeit der in ihr zu bewirkenden Zwecke nach Freiheitsgesetzen zusammenstimme [128].

#### 2.5.4.8 Antinomie tussen Teleologie en Causaliteit

Tegen het bezwaar dat teleologische beginselen in strijd zouden zijn met mechanische beginselen, antwoordt Kant dat er tussen de mechanische causaliteit ("nexus efficiens") en de teleologische beschouwingswijze ("nexus finalis") slechts een schijnbare tegenstelling bestaat. Teleologie - dat wil zeggen de beoordeling van het organisme en de natuur naar doelloorzaken, dus onder het opzicht van middel-doelrelaties - is niet een bijzondere vorm van oorzakelijkheid, maar een "Erkenntnisgrund", dat wil zeggen een regulatief en heuristisch principe, dat het onderzoek leiden moet. De causaliteit daarentegen is een constitutief principe, dat de ervaring van de natuur eerst mogelijk maakt. De teleologie maakt dus ook geen inbreuk op de mechanische causaliteit [129].

Bovendien zijn beide principes transcendentiaal, dat wil zeggen ze zijn a priori geldig als gevolg van de aard van de menselijke geest. Omdat beide principes slechts betrekking hebben op de verschijnselen van de natuur ("Phenomenen") en niet op het "Ding-an-sich", bestaat er geen echte tegenspraak tussen beide en kunnen ze verzoend worden in het domein van het "Übersinnlichen"; dat wil zeggen, een bovenzinnelijke geest kan ze als verzoenbaar denken, hetgeen betekent, dat beide mogelijk zijn en er geen tegenspraak tussen beide bestaat [130].

De antinomie ontstaat alleen zodra aangenomen wordt dat er een werkelijke objectieve oorzaak van de doelmatigheid in de natuur bestaat, en men uit de doelmatigheid van de natuur het bestaan van God wil bewijzen [131].

Overigens, zo benadrukt Kant, mogen we uit deze analyse niet concluderen dat God niet bestaat; op basis van het doelmatigheidsargument kunnen we noch een bevestigend, noch een ontkennend antwoord op deze vraag krijgen.

#### 2.5.5 Kommentaar en Conclusie

De stelling van Kant inzake het teleologische vraagstuk komt hierop neer. Ofschoon een echte wetenschappelijke verklaring van de natuur slechts mogelijk is met behulp van mechanistische oorzaken, is de teleologische benadering van de natuur om twee redenen onvermijdelijk:

- 1) alleen een teleologisch uitgangspunt kan de inductieve methode rechtvaardigen, omdat deze de opvatting van de natuur als een samenhangend en doelmatig systeem vooronderstelt (subjectief teleologisch principe), en

- 2) alleen een teleologisch uitgangspunt geeft ons de mogelijkheid om de biologische verschijnselen te bestuderen, omdat organismen slechts als "Naturzwecke" zijn te beschouwen (objectief teleologisch principe). In beide gevallen gaat het echter om een regulatief, heuristisch, niet om een constitutief principe. De teleologische beschouwingswijze is slechts regulatief, is slechts



een interpretatie op basis van analogie met het menselijk handelen, om het onderzoek van de natuurlijke objecten als leidraad te dienen.

In het eerste geval gaat het om een subjectief principe, omdat wij de doelmatigheid van de natuur moeten vooronderstellen als we een samenhangende wetenschappelijke kennis van de natuur willen hebben.

In het tweede geval gaat het om een objectief principe, omdat wij de organismen niet anders kunnen begrijpen dan als natuurdoelen, die niet op mechanische wijze kunnen worden verklaard [132].

De teleologische benadering verschaft ons weliswaar geen echte verklaring van de natuur, maar ze is een noodzakelijke vooronderstelling van alle natuuronderzoek om überhaupt zinvolle vragen te kunnen stellen. Het "Zweckbegriff" dient immers "zum Behuf der Reflexion" over het object, niet "zur Bestimmung des Objektes". Eerst binnen de horizon van de teleologische vraagstelling, van het "Zweck-Begriff", verkrijgt de causaal-mechanische analyse haar betekenis. Voor Kant is de teleologische benadering primair: ieder onderzoek staat onder het principe van het reflecterende oordeelsvermogen. Beide beschouwingswijzen sluiten elkaar geenszins uit, omdat ze slechts de verschijnselen betreffen en niet het "Ding an sich".

Kant probeerde zo de antinomie tussen de mechanistische en de teleologische benadering van de Natuur op te lossen. Niet door aan te tonen dat één van beide onjuist is, doch door aan te tonen dat ze complementair en compatibel zijn [133].

#### 2.5.5.1 Kant en Aristoteles over Teleologie

Het is hier zinvol om de standpunten van Aristoteles en Kant met elkaar te vergelijken. Naast evidente verschillen blijken ook enkele frappante overeenkomsten, die ook voor de beoordeling van de hedendaagse discussie relevant zijn.

Evenals bij Aristoteles de mechanische beschouwing de teleologische niet uitsluit, maar integendeel deze zelfs veronderstelt, zo zijn beide beschouwingswijzen ook voor Kant complementair en vormt de teleologische beschouwing de voorwaarde voor wetenschappelijk onderzoek van de natuur.

Aristoteles doet echter uitspraken over de ontologische orde, die naar zijn opvatting finaal georiënteerd is. Alleen hierdoor is de handelingsfinaliteit mogelijk.

Kant stelt zich met betrekking tot de ontologische vraag, agnostisch op, en doet over de eventuele finale orde van de dingen geen uitspraak, omdat het verstand slechts uitspraken kan doen over de verschijnselen van de natuur, die ten behoeve van het wetenschappelijk onderzoek noodzakelijk als doelmatig moeten worden voorondersteld.

Terwijl voor Aristoteles intelligibiliteitsprincipes ook werkelijkheidsprincipes zijn ("archai", "causae"), zijn deze voor

Kant slechts epistemologische principes, die niets kunnen zeggen over de werkelijkheid "an sich".

Voor Aristoteles is de techniek een nabootsing van de natuur en daarom als model voor het begrijpen van de natuur gerechtvaardigd. Voor Kant kan de techniek slechts een metafoor van de natuur zijn, opdat we enig inzicht verkrijgen in haar werking.

Terwijl voor Aristoteles de techniek een werkelijke analoog is met de natuur, zodat de principes van de techniek ook voor de natuur zelf gelden, is de techniek voor Kant slechts een heuristisch hulpmiddel, een metafoor. De techniek is slechts een metafoor en de doelmatigheid van de natuur moeten we vooronderstellen, willen we een samenhangende kennis van de natuur kunnen verkrijgen. De metafoor is mogelijksvoorwaarde voor begrip.

Terwijl Aristoteles uitspraken doet over de "doelen der natuur", die door de dingen worden nagestreefd en omwille waarvan ze veranderen en/of bewegen, doet Kant daarover in de KU geen uitspraken. Kant spreekt weliswaar over de organismen als "Naturzwecke", doch vermijdt te spreken over "Zwecke der Natur": ze kunnen er zijn doch wij weten er niets over.

Kant spreekt alleen over de wijze waarop de natuurdingen zijn georganiseerd, niet over het feit of deze natuurdingen bepaalde doelen nastreven.

Het eenheidsprincipe van het teleologische oordeelsvermogen betreft alleen het denken over doelmatigheid der dingen, dat wil zeggen de wijze waarop de dingen als middel-doel relatie kunnen worden gedacht, zonder daarmee te impliceren dat de dingen vanuit zichzelf ook doelgericht of doelstrevend zijn.

Kant beperkt zich dus uitdrukkelijk tot het probleem van de doelmatigheid, de functionele middel-doelrelatie. Deze beperking lijkt te maken te hebben met het feit dat ook Kant binnen het paradigma van het "argument of design" blijft redeneren. Weliswaar wijst hij het Godsbewijs op basis van dit argument af, maar zijn discussie beperkt zich tot het centrale probleem van het "argument of design", namelijk tot het probleem van de doelmatigheid. Deze doelmatigheid wordt noodzakelijk in termen van een "intelligent ontwerp" gedacht. Kant is hierin een kind van zijn tijd, waarin de natuurlijke theologie ongemeen populair was. Ondanks zijn kritische filosofie, blijft hij toch gevangen in de traditie, die een anticiperend bewustzijn als noodzakelijke voorwaarde voor teleologie beschouwde.

Over een immanente natuurfinaliteit laat hij zich in de KRV en de KU niet uit. Het probleem van een eventuele immanente natuurfinaliteit kon door Kant hierin ook niet worden behandeld, omdat we alleen kennis hebben van de natuur als verschijnsel; hoe de "Natur an sich" is, daarover weten we niets. Pas binnen het kader van een analyse van het morele handelen van de mens, dat volgens Kant wel het wezen, het "noumenon" van de mens betreft, spreekt hij over de mens als een "Doel van de Natuur".

Ook bij Kant, evenals bij Aristoteles, is het probleem van de teleologie gefundeerd in een primair ethische beschouwing. In de zedelijke zelfervaring van de mens verkrijgt de teleologische natuurinterpretatie haar zin, omdat deze wordt opgenomen in het

proces waarin de mens verwickeld is, namelijk de verwezenlijking van het "Rijk der Doelen" [134]. Voor Aristoteles is dit ethisch fundament tegelijk ook ontologisch van aard: "Alles streeft naar het Goede." Kant kan het hier slechts bij een suggestie laten. In zijn Opus Posthumus doet hij daarover overigens veel explicieter uitspraken [135].

Door de mens op te vatten als een "Zweck der Natur", wekt Kant de sterke suggestie dat ook hij de mens als een product van de natuur ziet. Kant beschouwde de Natuur als een historisch proces, zoals reeds duidelijk bleek uit zijn "Geschichte des Himmels" (1755), waarin hij een kosmogonie van het Heelal ontwierp.

Over de vraag of Kant expliciet evolutionistische ideeën vertolkte, zijn de meningen verdeeld. Wel vindt men in zijn "Kritik der Urteilkraft" de volgende suggestieve uitspraak:

Die Analogie der Formen, sofern sie bei aller Verschiedenheit einem gemeinschaftlichen Urbilde gemäsz erzeugt zu sein scheinen, verstärkt die Vermutung einer wirklichen Verwandtschaft derselben in der Erzeugung von einer gemeinschaftlichen Urmutter, durch die stufenartige Annäherung einer Tiergattung zur anderen [136].

Het groeiend historisch besef in de achttiende eeuw speelde een belangrijke rol in het tot stand komen van de evolutiegedachte. De aspecten die hierbij een rol speelden, enerzijds het ontstaan van de vooruitgangsgedachte, anderzijds de belangstelling voor het probleem van de betekenis van fossielen, zijn reeds uitvoerig aan de orde geweest (Zie hoofdstuk I).

Als gevolg van deze maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen, kwam de oude gedachte van de "scala naturae" in een nieuw daglicht te staan. Werd in de dagen van weleer de natuurketen opgevat als een statische en classificatorische orde die door God voor eens en altijd geschapen was, en zijn uitdrukking vond in de gedachte van de constantheid van de soorten en in de preformatietheorieën, in de achttiende eeuw werd deze "keten van de Natuur" tot een dynamisch, en historisch proces, waarin de lagere wezens zich tot hogere wezens ontwikkelen. Vanuit de "Fylografie" ontstond de idee van de "Fylogenese". "The world for the first time began to realize the Nature of Time."

Door de temporalisering van de "Chain of Being" werd, in de woorden van Lovejoy, de wereld op zijn kop gezet: God zelf werd getemporaliseerd [1]. Was God bij Plato en Plotinus de bron van de "scala naturae", welke immers als de uitdrukking van de "Fecundity of the Good" werd gezien, in de Romantiek wordt God beschouwd als het uiteindelijke resultaat van het natuurlijke schepingsproces. "God was conceived as the not yet realized summit of this process" [2].

Met name de beweging van de "Romantische Naturphilosophie", maakte de opvatting van de Natuur als een zelf-scheppend proces, waarin geleidelijk aan de diversiteit der dingen en levensvormen ontstaat, tot haar thema. Haar historische natuuropvatting, droeg eveneens sterk bij tot het scheppen van een geestesklimaat, waarin de evolutiegedachte aanvaard kon worden. Vooral de ideeën van Schelling hadden een grotere, nu al te vaak over het hoofd geziene, invloed zowel op de natuurkunde als op de biologie van de negentiende eeuw, dan over het algemeen wordt aangenomen [3].

## 2.6.1 De Idealistische Naturphilosophie

We zagen hoe bij Kant het probleem van de teleologie grotendeels tot een heuristische kwestie herleid werd, en hoe volgens hem het gebied dat teleologisch relevant was, zich voornamelijk tot de levende natuur beperkte. Of de werkelijkheid op zich een doelgerichte structuur heeft, daarover valt door de wetenschap niets te zeggen. De grote Duitse idealisten, Fichte, Schelling en Hegel poogden de kloof tussen de epistemologische en ontologische orde in Kants filosofie te overbruggen. Het fundamentele probleem betrof voor hen de vraag hoe de Natuur gedacht moet worden, opdat daarin de menselijke geest en vrijheid mogelijk zijn.

### 2.6.1.1 Schelling en Hegel

Schelling (1775-1854) geldt algemeen als de grondlegger en hoofdvertegenwoordiger van de "Romantische, spekulatieve, Naturphilosophie". De invloed die van de "Romantische Naturphilosophie" op de wetenschap van de 19de eeuw is uitgegaan, is vooral aan hem te danken [4].

Volgens Schelling moet de filosofie van de natuur uitgaan en als "Naturphilosophie" tonen hoe het bewustzijn daarin mogelijk is. Daartoe moeten we wel aannemen dat natuur en geest in diepste wezen identiek zijn. "Die Natur soll also der sichtbare Geist, der Geist die unsichtbare Natur sein" [5]. De Natuur is niet iets doods en mechanisch, maar een onbewust scheppende werkzaamheid ("Tätigkeit"). De Geest is de zelf-bewustwording van deze werkzaamheid, vooral in de artistieke scheppingsdaad van de kunstenaar. Schelling heeft een esthetisch uitgangspunt: juist in de artistieke scheppingsdaad openbaart zich het menselijke, terwijl de Natuur in haar diepste wezen "Kreatieve Tätigkeit" is. Hij tracht aan te tonen dat de mechanische beschouwing van de natuur - waarin deze in termen van opeenvolging van oorzaak en werking beschreven wordt - en de teleologische beschouwingswijze - waarin oorzaak en werking gelijktijdig en in wisselwerking werkzaam zijn - elk slechts een deel van de waarheid zijn. Beide zijn abstracties van de totale samenhang van de natuur. Wij moeten beide beschouwingswijzen, de causaal-mechanische en de teleologische, samen denken. De noodzaak beide beschouwingswijzen met elkaar te verzoenen wordt in het bijzonder duidelijk bij de bestudering van organismen. In een organisme is de in principe onbepaalde reeks van oorzaak en gevolg tot een gesloten eenheid van een wisselwerking tussen doel en middel. Organisme en Orgaan zijn immers wederzijds afhankelijk van elkaar. Het organisme is een eenheid, waarin "Ursache und Wirkung, Zweck und Mittel ein und dasselbe sind" [6].

Omdat nu de organische natuur niet van de anorganische gescheiden kan worden, moet men, volgens Schelling, de gehele Natuur als een organisme beschouwen, waarin de mechanische causaliteit van de anorganische natuur met de doelloosheid van de organische natuur verzoend wordt. De Natuur als een organisme gedacht, heft volgens Schelling de tegenstelling op tussen de Natuur als mechanisch (als opeenvolging van oorzaak en werking) en de Natuur als doelmatig (als gelijktijdigheid van oorzaak en werking).

Voor Hegel (1770-1831) is de dynamiek van het wereldproces het gevolg van een ontwikkeling van de Geest, die zich op dialektische wijze ontplooit [7]. Ook voor Hegel is de mechanisch-causale relatie slechts een abstractie uit het geheel van de werkelijkheid, dat een organisch geheel is en waarin, evenals in het levende organisme, zowel oorzaak-, als doelrelaties bestaan. Slechts binnen het kader van de doelbetrekkingen van het organisme, bestaan er mechanisch-causale relaties tussen oorzaak en effect. "Die Teleologie ist die Wahrheit des Mechanismus" [8]. De mechanisch-causale relatie is namelijk onbepaald en open, indien niet wordt aangegeven wat de systematische eenheid is (zoals een levend organisme), waarbinnen het zinvol is om naar causale verbanden te zoeken. Ook voor Hegel is nu het organisme bij uitstek het model, waarin beide beschouwingswijzen elkaar moeten komplementeren. Het organisme is immers een echte eenheid, waarin oorzaak en gevolg als doel en middel, wederzijds afhankelijk zijn.

Es ist eine abgerundete Totalität in sich, oder es ist Selbstzweck [...] Schon Kant bestimmte das Lebendige als Zweck für sich selbst [...] Das Organische ist schon an sich das, was es wirklich ist, es ist die Bewegung seines Werdens. Aber was das Resultat ist, ist auch das Vorhergehende, - der Anfang ist dasselbe, was das Ende ist [9].

Welnu, alleen onder de vooronderstelling van de natuur als een samenhangend en organisch geheel, is het voor Hegel zinvol naar oorzaken en wetmatigheden te zoeken.

Bij de Duitse idealisten herleeft dus de antieke idee, dat het beeld van het levende organisme het "Urbild" van de Natuur is. De Natuur is wezenlijk dynamisch, een werkelijkheid, een stroom van creatief gebeuren. Het probleem van de natuurfilosofie is dan ook niet de vraag hoe de aktiviteit en de verandering van de natuur mogelijk zijn, maar hoe het mogelijk is, dat de natuur permanente ("beharrende") dingen voortbrengt. Het antwoord daarop vinden zij in het model van het organisme, dat zichzelf constitueert als en door een dynamisch evenwicht. Elk ding is het resultaat van een dynamisch evenwicht tussen polaire krachten van magnetische, elektrische, chemische en organische aard. Met name deze opvatting zou voor de biologie zeer vruchtbaar blijken te zijn [10].

Omdat nu de mens zelf deel van de natuur is, kunnen we via een analyse van het menselijke zijn, ook inzicht verkrijgen in het wezen van de Natuur. De mens ervaart de natuur in zich als een

"Trieb", en dus moet volgens Schelling ook de natuur dit "Trieb"-karakter hebben. Dit is volgens hem heel duidelijk bij het levende organisme, waarin zich een betrokkenheid op een vervulling van een doel openbaart, ofschoon op onbewuste wijze. Maar ook in de "levenloze" dingen huist een "Selbserhaltungstrieb", die hen een strevend en teleologisch karakter geeft.

Deze "Trieb" laat zich niet primair in causaal-mechanische termen verklaren, maar moet in teleologische termen, als een doelbetrokkenheid, worden begrepen.

Eerst binnen de kontekst van de "Selbsterhaltungstrieb" constitueren zich de causale relaties, die de dingen in een wederzijdse samenhang van invloeden brengen. Teleologie is dus voorwaarde voor alle causaliteit. Het is ook juist door het "Trieb"-karakter van de Natuur, dat de mens in staat is op bewuste wijze doelen te stellen en na te streven. We vinden in deze gedachte de Aristotelische opvatting terug, dat een natuurteleologie voorwaarde is voor de menselijke handelings-teleologie.

### 2.6.2 De Evolutiegedachte

Als gevolg van al de ontwikkelingen in de wetenschap, de maatschappij en het geestelijk klimaat, die op verschillende plaatsen in deze studie aan de orde zijn geweest - de vooruitgangsgedachte, ontdekkingen van de geologie en van de paleontologie, de natuurlijke theologie en de historisering van de natuur - bleek de tijd rijp voor de ontwikkeling van de evolutietheorieën die men aantreft in de geschriften van Lamarck, Erasmus Darwin en Chambers en wier evolutionaire ideeën we reeds in hoofdstuk I bespraken.

Hier interesseert ons op de eerste plaats hun opvattingen over de teleologie. Reeds eerder is opgemerkt dat de door hen geformuleerde evolutie-gedachten pogingen waren om een naturalistische oplossing te geven voor het probleem van de doelmatige adaptaties van de organismen. Dat impliceert haast vanzelfsprekend, dat het probleem van de teleologie, zoals dat door hen werd begrepen, bepaald werd door de opvattingen van de Natuurlijke Theologie. Dat wil zeggen dat het probleem van de teleologie door hen slechts werd gezien in de vorm van de zogenaamde externe teleologie, zoals men deze aantreft in het "Argument of Design", waarin de doelmatige organisatie en adaptatie van organismen worden beschouwd als uitdrukking van een doelbewust plan van de Goddelijke Ingenieur. Zij kritiseren niet de natuurteleologie als zodanig, maar eigenlijk de natuurtheologie. Dit is ook duidelijk bij Lamarck en Chambers.

### 2.6.2.1 Lamarck en Chambers

Lamarck (1744-1829) wees doelloorzaken ter verklaring van de evolutionaire ontwikkeling af, omdat de ontwikkeling volgens hem een gevolg is van de noodzakelijke natuurwetten, en niet van een goddelijke ingreep. "Men heeft vaak een doel in de natuur gezien, doch dit is slechts schijn. De werkelijkheid is dat wat ons een doel toeschijnt slechts noodzakelijk is" [11].

De stelling dat de soorten niet oorspronkelijk geschapen zijn, behoeft niet in tegenspraak te zijn met het geloof in een Schepper. De Natuur is immers het verheven werk van God, en Zijn Wil is dus overal uitgedrukt in de uitvoering van de wetten der Natuur, daar deze wetten van Hem afkomstig zijn.

Pouvons nous Lui assigner des règles dans l'exécution de Sa Volonté et fixer le mode qu'il a suivi à cet égard?" Sa puissance infinie, n'a-t-elle pu créer un ordre de choses qui donna successivement l'existence à tout ce que nous voyons [12].

Duidelijk is dat Lamarck doelloorzakelijkheid verstond in termen van de bedoelingen van God. Lamarcks kritiek op, en zijn afwijzing van, de teleologie betreft eerder het "Argument of Design", dat wil zeggen de "externe teleologie", dan de de teleologie als zodanig.

Ook Chambers (1802-1871) huldigde dergelijke opvattingen. Ook bij hem is het probleem van de doelloorzakelijkheid, het probleem van de eventuele bedoelingen van God. De evolutie van de kosmos is niet het gevolg van een Goddelijk ingrijpen, maar het resultaat van "natural laws, which are the expressions of his Will" [13]. Een dergelijke opvatting was naar zijn mening ook veel meer in overeenstemming met Gods waardigheid, dan de opvatting dat God zich met al het reilen en zeilen van het ondermaanse zou bemoeien.

Kortom, de verschillende evolutionisten, zoals Lamarck en Chambers, poogden met hun theorieën een natuurlijke verklaring te geven van een probleem dat voorheen door de natuurlijke theologie werd verklaard in termen van de externe teleologie. Hun kritiek op de teleologie, wordt dan ook impliciet door deze opvatting bepaald. Een theologische teleologie blijkt voor hen de enige vorm van teleologie te zijn, en afwijzing van deze theologische teleologie impliceert voor hen dan ook afwijzing van alle teleologie.

Deze inperking van de teleologie tot de theologische variant ervan, vinden we ook bij Charles Darwin, die in sterke mate door de opvattingen van de Natuurlijke Theologie beïnvloed was.



### 2.6.3 Charles Darwin

In 1859 verscheen Darwins revolutionaire boek "On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life." Omdat hij het "argument of design" en daarmee ook de natuurteloogie overbodig gemaakt leek te hebben, werd en wordt zijn evolutietheorie, gebaseerd op het principe van de natuurlijke selectie, door velen als een revolutie in het denken beschouwd.

In 1859 began what ultimately may prove to be the greatest revolution in the history of thought: the Origin of Species effected an immediate and cataclysmic shift in outlook, casting into doubt ideas that had seemed basic to man's conception of the entire universe [14].

In hoofdstuk I is de ontwikkeling en de inhoud van Darwins evolutietheorie reeds uitvoerig aan de orde geweest. Hier zullen wij ons beperken tot zijn opvattingen over de teleologie, en tot de teleologische denkbeelden van zijn protagonisten en zijn critici.

In tegenstelling tot de natuurlijke theologie, die de biologische doelmatigheid van organismen verklaarde door beroep te doen op een bovennatuurlijke oorzaak, trachtte het Darwinisme die doelmatigheid in termen van natuurlijke oorzaken te verklaren, en niet een beroep op teleologie, maar op het "toeval" te doen. Zoals de Amerikaanse filosoof Dewey (1859-1952), geboren in het jaar waarin de "Origin of Species" verscheen, opmerkte:

The Darwinian principle of natural selection cut straight under the philosophy of design and purpose. If all organic adaptations are due simply to constant variation and elimination of those variations which are harmful in the struggle for existence that is brought about by excessive reproduction, there is no call for a prior intelligent causal force to plan and to preordain them. Hostile critics charged Darwin with materialism and making chance the cause of the universe [15].

Om die reden werd hij door tijdgenoten (zoals Whewell, Herschel, von Baer en Sedgewick) dan ook heftig bekritiseerd. Zo schreef Whewell (1794-1866), mineraloog te Cambridge en een vooraanstaand neo-kantiaans filosoof in zijn tijd:

It is utterly false because it repudiates all reasoning from final causes, [because...] we cannot even observe an organism, without a concept of design [16].

En Herschel (1792-1871), astronoom te Cambridge en eveneens wetenschapsfilosoof, beweerde dat het voor de organische evolutie nodig was dat "an intelligence, guided by a purpose, must be continually in action to bias the directions of the steps of change" [17]. Ook de vooraanstaande embryoloog Karl von Baer (1792-1876) had kritiek op het Darwinisme, omdat "All goal-directedness is avoided, as much as possible" [18].

Door anderen werd Darwin echter daarom juist geprezen. Zo was Darwin, volgens Haeckel - Darwins belangrijke protagonist in Duitsland - de "nieuwe Newton", die ook het organische in strikt mechanische termen zou hebben verklaard. Hij schreef:

Durch die Aufstellung seiner Selektionstheorie, löste Darwin das grosse Rätsel von der mechanischen Entstehung der zweckmässigen Organisation [...] ohne dass eine bewusste Schöpferkraft oder ein zielbewusstes metaphysisches Prinzip dabei mitwirkte. Die klare und überzeugende Antwort auf diese schwierigste Frage der Naturphilosophie ist eben die Selektionstheorie, der Darwinismus im engsten und eigentlichsten Sinne [19].

Daarmee zou volgens hem, de claim van Kant dat "zelfs geen grassprietje" kan worden verklaard met behulp van de mechanische causaliteit zonder beroep op teleologische principes, zijn weerlegd [20].

Velen, ook heden ten dage, onderschrijven, impliciet of expliciet, deze vaststelling van Haeckel. Zo juichtte de invloedrijke fysicus en fysioloog Helmholtz (1821-1894) Darwins theorie toe, omdat het "de mogelijkheid tot een geheel nieuwe interpretatie van de organische doelgerichtheid verschaft" [21], die volledig in overeenstemming was met het programma van het mechanisme. Meer recentelijk schreef bv. de hedendaagse bioloog Heberer dat Darwins theorie de opvattingen van Kant over de teleologie tot een "überwundenen Standpunkt" heeft gemaakt [22]. De biologen Riedl en Wuketits beweren dat Darwin heeft aangetoond dat de doelmatigheid in de natuur een "Zweckmässigkeit ohne Zweck" is, dat wil zeggen niet het gevolg van een doelloorzaak, maar het resultaat van natuurlijke oorzaken en toeval [23]. Ook de filosoof Spaemann schrijft dat Darwin "jede Teleologie als unwissenschaftlich aus der Biologie ausgeschlossen" heeft [24]. En met hen, zijn vele anderen hiervan overtuigd.

Darwins tijdgenoot Ritchie was overigens tegen de keer in, de mening toegedaan dat "Darwin restored final causes to their proper place in science; final causes in the Aristotelian [...] sense" [25]. En wel, omdat de theorie van de natuurlijke selectie een antwoord tracht te geven op een echte "waarom-vraag", dat wil zeggen een antwoord op de vraag naar "what the purpose is" van de verschillende organen, structuren en gedragingen, en daarbij uiteindelijk refereert naar datgene wat "the Good" is voor het organisme. In het Darwinisme zou het onderscheid tussen "ought" and "is" volgens hem zijn opgeheven!

Ofschoon Darwin zich in zijn boeken weinig over het probleem van de teleologie heeft uitgelaten, worstelde hij er mee, getuige verschillende opmerkingen in zijn autobiografie en vooral in zijn brieven. Zo schrijft hij in een brief aan zijn Amerikaanse vriend Gray van 12 juli 1870:

I cannot look at the universe, as the result of blind chance, yet I can see no evidence of beneficent design, or indeed of design of any kind, in the details [26].

In tegenstelling tot de stellige uitspraken van zijn tijdgenoten, blijkt Darwin zelf zeer ambivalent over het onderwerp van de teleologie.

#### 2.6.3.1 Darwin en het Probleem van de Teleologie

Darwin ontving zijn vorming in een periode waarin de Natuurlijke Theologie in Engeland nog zeer invloedrijk was onder wetenschappers en filosofen. Zoals we reeds zagen, stond de Natuurlijke Theologie onder sterke invloed van Newtons opvattingen. Zij trachtte immers de christelijke openbaring met de wetenschap, en vooral met Newtons fysica, te verzoenen. In Engeland was de Newtonse traditie zeer sterk. Vele filosofen, wetenschappers en theologen gingen ervan uit dat de wetmatigheid van de kosmos, de grote verscheidenheid aan levensvormen en de doelmatige aangepastheid van de organismen, argumenten ten gunste van het bestaan van God leverden [27].

Zoals we reeds eerder zagen, kunnen er twee richtingen binnen de Natuurlijke Theologie worden onderscheiden [28]: Volgens de opvatting van de zogenaamde "absolute adaptation", is elk organisme volmaakt aan zijn omstandigheden aangepast en zijn alle organen en eigenschappen volstrekt doelmatig. Deze opvatting werd vertegenwoordigd door Paley's invloedrijke "Natural Theology" (1802), en werd sterk gesteund door de zogenaamde "Bridgewater Treatises", die tussen 1830 en 1840 door eminente Engelse wetenschappers en filosofen (o.a. Whewell) werden geschreven. Het doel van deze geschriften was "The Power, Wisdom and Goodness of God, as manifested in the Creation" te demonstreren en daardoor de reputatie van de wetenschapper, die vaak materialisme en atheïsme werd verweten, te verbeteren [29]. We weten dat Darwin zowel het zeer populaire boek van Paley als de "Bridgewater Treatises" intensief bestudeerd heeft [30].

In de invloedssfeer van deze Britse Natuurlijke Theologie, ontving Darwin zijn academische vorming. Na in Eddinburgh kort medicijnen te hebben gestudeerd, studeerde hij in Cambridge theologie en behaalde daarin een graad! In Cambridge maakte hij ook kennis met de theorieën van Lamarck, en las hier ook de boeken van Herschel en Whewell, toonaangevende wetenschapsfilosofen in die tijd.

Maar vooral het boek van Paley bestudeerde hij aandachtig - getuige de vele annotaties in de kantlijn van zijn exemplaar - en met grote bewondering: "I do not think I hardly ever admired a book more than Paley's [...] I could almost formally have said it by heart" [31]. In zijn boeiende analyse van de ontwikkeling van Darwins gedachten, zoals uitgedrukt in diens "Notebooks" van de jaren dertig, komt Ospovat tot de conclusie dat

at various stages in Darwin's career his belief that adaptation is perfect, that nature is a harmonious system of purposeful laws established by God, and that even

change serves to maintain order and harmony, played key roles in his thinking and shaped in definite ways his theories of transmutation [32].

Ospovat beweert dat Darwin tot aan de jaren vijftig een aanhanger van deze opvatting was [33]. Darwin verwierp volgens hem weliswaar de idee van de teleologische verklaring, maar niet de idee van harmonie [34].

Volgens Darwins theorie is, zoals Riedl opmerkt, de organische doelmatigheid niet het resultaat van een "Prestabilisierte Harmonie", maar van een "Poststabilisierte Harmonie" [35]. Wezenlijk voor het Darwinisme is immers dat de doelmatige organisatie en adaptatie van organismen worden beschouwd als het gevolg van een natuurlijk proces - de natuurlijke selectie - waardoor alleen die individuen overblijven, die meer dan anderen, doelmatig blijken in de strijd om het bestaan. We zien dus alleen de "treffers" uit een veel grotere hoeveelheid "probeersels".

Door deze opvatting rekende het Darwinisme niet alleen af met het "argument of design", maar ondergroef het volgens Bowler, de gehele "idealistische beweging" in de biologie. "Darwinism destroyed much more than Paley's concept of designed adaptation [...] it also supplanted the whole idealist movement in biology" [36].

De "Typus" is geen (goddelijk) ideaalbeeld, dat de organismen trachten te realiseren, maar de onvermijdelijke consequentie van de afstamming van de soorten van een gemeenschappelijke voorouder. Men kan zich voorstellen dat de reactie van de verdedigers van het "argument of design" niet kon uitblijven.

#### 2.6.3.2 De Kritiek

Velen achtten vooral de rol van het "toeval" een verwerpelijk element in het Darwinisme. Een veel gebruikt argument tegen die rol van het "toeval" vormde de perfecte bouw van het menselijk oog. Hoe kon een dergelijk complex, gespecialiseerd en geadapteerd orgaan door toeval zijn ontstaan?, zo wierp bv. Mivart tegen [37]. Overigens erkende ook Darwin zelf dat het absurd lijkt het ontstaan van het oog door alleen de natuurlijke selectie te willen verklaren:

To suppose that the eye, [...] could have been formed by natural selection, seems, I freely confess, absurd in the highest possible degree [38].

Toch achtte hij dat mogelijk, door de veronderstelling dat deze organen middels zeer kleine stapjes uit voorgaande stadia waren ontstaan, die alle stuk voor stuk een voordeel betekenden in de strijd om het bestaan:

The more complex organs [...] have been perfected, not by means superior to, though analogous with, human reason, but by the accumulation of innumerable slight variations, each good for the individual possessor [39].

Darwin benadrukte bovendien dat de term "toeval" ("chance") slechts onze onwetendheid omtrent de bepalende oorzaken uitdrukt:

I have hitherto sometimes spoken as if the variations [...] had been due to chance. This, of course, is a wholly incorrect expression, but it serves to acknowledge plainly our ignorance of the cause of each particular variation [40].

We merkten reeds eerder op dat Darwins gebruik van de term "chance" niet eenduidig is. Hij was zich klaarblijkelijk onvolgende bewust van het problematische karakter van dit begrip, waaronder hij soms de onwetendheid omtrent de bepalende oorzaken blijkt te verstaan, zoals in het bovenstaande citaat. Op andere plaatsen vat hij toeval op als een soort onbepaalbare oorzaak, die naast de wetmatigheden in de natuur werkzaam is, zoals in het volgende citaat:

I am inclined to look everything as resulting from designed laws, with the details, whether good or bad, left to the working out of that we may call chance [41].

En weer op een andere plaats beschouwt hij toeval als het tegengestelde van wat bedoeld of gepland is, zoals in het volgende citaat, uit zijn boek "Variation of Animals and Plants under Domestication (1868):

[Evolution by natural selection] absolutely depends on what we call in our ignorance spontaneous or accidental variability. Let an architect be compelled to build an edifice with uncut stones, fallen from a precipice. The shape of each fragment may be called accidental. Yet the shape of each has been determined [...] by events and circumstances, all of which depend on natural laws; but there is no relation between these laws and the purpose for which each fragment is used by the builder. In the same manner the variations of each creature are determined by fixed and immutable laws; but these bear no relation to the living structure which is slowly built up through the power of selection [42].

Bij Darwin vinden we reeds de verwarring omtrent het begrip "toeval": Is het een oorzaak? Is het een gevolg van onze onwetendheid omtrent de oorzaken?, of is het een begrip dat een tegenstelling tot dat "wat bedoeld is" uitdrukt?

Ook in zijn briefwisseling laat Darwin zich zeer ambivalent uit over het probleem van toeval en teleologie. In een brief aan zijn Amerikaanse vriend en protagonist Asa Gray van 22 mei 1860

deelt hij op stellige toon mee: "I see no necessity in the belief that the eye was expressly designed" [43]. En in een brief aan Lyell, van 17 juni 1860, voegt hij daaraan toe:

I cannot believe that there is a bit more interference by the Creator in the construction of each species than in the course of the planets. It is only owing to Paley and co., I believe, that this more special interference is thought necessary with living bodies. But we shall never agree [44].

In een brief van 13 augustus 1861, eveneens aan Lyell, vraagt hij: "will you honestly tell me whether you believe that the shape of my nose was ordained and guided by an intelligent cause?" [45]. Vooral de grote variabiliteit van de organismen kan toch moeilijk als het resultaat van een Goddelijk Plan worden voorgesteld, zo houdt hij Lyell voor.

When you come to 'Deification', ask yourself honestly whether what you are thinking applies to the endless variations of domestic productions [...]. No doubt these are all caused by some unknown law, but I cannot believe they were ordained for any purpose, and if not so ordained under domesticity, I can see no reason to believe that they were ordained in a state of nature [...] It comes to merely saying that everything that is, is ordained [46].

Darwin voelde zich echter onbehaaglijk bij de gedachte dat zulke gecompliceerde organen als het oog, "the result of brute force" zouden zijn, zoals onder andere blijkt uit de brief van 22 mei 1860 aan Gray:

On the other hand, I cannot anyhow be contented to view this wonderful universe, and specially the nature of man, and to conclude that everything is the result of brute force. I am inclined to look at everything as resulting from designed laws, with the details, whether good or bad, left to the working out of what we may call chance. Not that this notion at all satisfies me [47].

Naar Herschel schrijft hij dat

One cannot look at this Universe with all living productions and man without believing that all has been intelligently designed; yet when I look to each individual organism, I can see no evidence of this [48].

En opnieuw in een brief aan Gray: "It is impossible to conceive this immense and wonderful universe including man...as the result of blind chance or necessity" [49]. En zo bekent hij

My theology is a simple muddle; I cannot look at the universe as the result of blind chance, yet I can see no evidence of beneficent design, or indeed of design of any kind, in the details [50].

Darwin verzucht dat hij "koude rillingen" kreeg wanneer hij over het ontstaan van het oog of zelfs maar van een pauweveer, nadacht: "The eye to this day gives me a cold shudder", en en "the sight of a feather in a peacock's tail, whenever I gaze at it, makes me sick" [51].

En op een opmerking van de Duke of Argyll - tijdens een gesprek met Darwin in 1882 - dat de fantastische doelmatigheid van de natuur noopt tot de veronderstelling "that they were the effect and the expression of mind", bekent Darwin: "Well, that often comes over me with overwhelming force, but at other times, it seems to go away" [52]. Uit deze (en andere) uitspraken blijkt wel duidelijk dat Darwin, indien hij het over teleologie heeft, eigenlijk het "argument of design" op het oog heeft.

#### 2.6.4   Kommentaar en Conclusie

Darwins theorie werd en wordt vaak als een mechanistische - dat wil zeggen niet-teleologische - verklaring van het levende beschouwd, omdat de levende organismen erdoor als een toevallig resultaat van natuurlijke oorzaken worden voorgesteld. Zij zijn het resultaat van een doelloos selectieproces. Hierbij wordt overigens zonder enige rechtvaardiging aanvaard dat "selectie" een natuurlijke oorzaak is en dat natuurlijke oorzaken teleologie overbodig zouden maken.

Overigens is het gebruik van het begrip "toeval" meerzinnig. De ene keer betekent het "niet-gepland" of "niet-bedoeld", dan weer "niet-bepaald", dan weer verwijst het naar ons gebrek aan kennis omtrent de oorzaken.

We zagen dat Darwin zelf zeer ambivalent oordeelde over het probleem van de teleologie, dat hij - en dat is hier van groot belang - interpreteerde als het "argument of design" van de natuurlijke theologie. Kenmerkend voor de natuurlijke theologie is een zogenaamd externe teleologische natuuropvatting. Finaliteit in de natuur is volgens deze opvatting slechts te begrijpen als resultaat van een ordenende en doelbewuste activiteit: intentionaliteit is de voorwaarde voor de natuurlijke finaliteit.

Het was juist deze externe teleologie die door de theorie van de natuurlijke selectie werd bedreigd. Door Darwins theorie werd weliswaar de basis onttrokken aan het fysico-teleologische Godsbewijs, maar lost het probleem van de teleologie als zodanig niet op. Darwin kritiseerde slechts de theologische variant van de teleologie.

De tegenwerpingen van Asa Gray tegen de atheïstische interpretaties van Darwins theorie zijn overigens heel terecht. Darwins theorie toont alleen de wijze waarop de natuur werkt en is volstrekt neutraal met betrekking tot de vraag of dit wel of niet de uitdrukking is van een Goddelijk plan, zo stelt Gray [53]. Hij

wijst hierbij op de analogie met het biljart-spel. De weg van de ballen wordt tegelijk door het toeval, de noodzaak en door design bepaald. Uit dit voorbeeld blijkt dat teleologie, natuurlijke oorzaken en toeval elkaar niet behoeven uit te sluiten.

De kritiek van Darwin gold dus niet de teleologie als zodanig, maar de theologische variant ervan. Daardoor bepaalde hij de gehele hedendaagse discussie over het probleem van de teleologie in de levende natuur op beslissende wijze. Deze discussie wordt impliciet binnen de vooronderstellingen van het "argument of design" gevoerd, waarbij intentionaliteit als voorwaarde voor finaliteit geldt. Binnen dit perspectief wordt dan, door de verwerping van de theologische teleologie, alle teleologie in de natuur illusoir, en elke teleologische verklaring ervan overbodig. Lenoir merkt in dit verband terecht op:

The unfortunate conclusion has prevailed that since Darwin's arguments were directed against those who adapted teleology to the needs of religion, defense of a teleological approach to life was really impossible on scientific grounds [...]. Darwin seems to have been unaware of this [Kantian] more sophisticated type of teleology and most historians have followed Darwin's lead" [54].

Overigens vooronderstelt Darwins theorie, impliciet wel degelijk een finaliteit in de natuur. Deze is met name de voorwaarde van de evolutietheorie, die ons leert dat elk organisme deel neemt aan een "strijd om het bestaan", hetgeen een teleologische "behoefte-structuur" van het organisme veronderstelt. Bovendien is het begrip "selectie" een impliciet-teleologische term.

#### 2.6.5 Het Vitalisme-Mechanicisme Debat

De problematiek van de de finaliteit stond op het einde van de negentiende en het begin van de twintigste eeuw, uitvoerig ter discussie in het zogenaamde Vitalisme-Mechanicisme Debat. De respectievelijke protagonisten waren de embryologen Hans Driesch en Wilhelm Roux.

Het Mechanicisme verklaarde dat het levende organisme niet meer is dan een fysisch-chemisch mechanisme, en dat het mogelijk is een wetenschappelijke verklaring van het leven te geven in alleen fysisch-chemische termen. Het Vitalisme daarentegen, achtte dit onjuist en nam aan dat het levende organisme een niet door fysica en chemie te onderzoeken "levenskracht" bezit, die de oorzaak is van de doelmatige en doelgerichte organisatie van het organisme [55].



De grondslag van deze discussie is reeds zeer oud en ligt eigenlijk al besloten in de tegenstellingen tussen Aristoteles en Demokritus over epigenese en preformatie . In de 17de eeuw openbaarde zich deze tegenstelling opnieuw, tussen enerzijds de zogenaamde iatrophysici - zoals de Italiaan Giovanni Borelli (1608-1679), leerling van Galilei en de Nederlandse hoogleraar in Leiden, Boerhaave (1668-1738), die zich op het mechanistische programma van Descartes beriepen - en anderzijds de zogenaamde iatro-chemici, waarvan vooral de Vlaming Jan van Helmont (1577-1644) en de Nederlandse hoogleraar in Leiden, Frans Sylvius (1614-1672), de belangrijke voormannen waren, en die een mechanistische verklaring van het leven, zoals door Descartes voorgesteld, onmogelijk achtten. Het leven wordt volgens hen bepaald door andere dan mechanische wetten.

In de loop van de achttiende eeuw werd het mechanistische model ter verklaring van de levensverschijnselen, zoals voorgestaan door de cartesianen en iatrophysici, ter discussie gesteld. Een belangrijke rol daarbij speelden, zoals we reeds zagen, de ontdekking van de regeneratie van de zoetwaterpoliep door de Engelsman Trembley, en het onderzoek van Caspar Wolff, die beide tot een afwijzing van de preformatietheorie ten gunste van een epigenetische ontwikkelingstheorie leidden.

De levenskrachttheorieën trachtten een alternatief te vinden voor de falende mechanistische verklaring. Ofschoon de levenskrachttheorie door de meeste van haar aanhangers als een toetsbare hypothese werd beschouwd, vormde zij ook de aanzet voor het neovitalisme op het einde van de negentiende eeuw, dat een natuurwetenschappelijke verklaring van het levende organisme principieel betwijfelde. Hans Driesch (1867-1941) beschouwde de reeds besproken levenskrachttheoretici als voorlopers van zijn neovitalisme [56].

We zagen reeds dat Blumenbach de grondslag legde voor de levenskrachttheorie. Hij voerde het begrip van de "Nisus formativus" of "Bildungstrieb" in als verklaring van de epigenese. Hij meende de effecten van deze kracht empirisch te kunnen onderzoeken en zelfs te kwantificeren, in navolging van wat Newton voor de zwaartekracht had ondernomen.

Door Blumenbach en zijn collega Kiehmeyer werd de levenskracht als een werkelijk bestaande en doelgerichte kracht opgevat. Hierdoor werd het door Kant als een regulatief principe bedoelde idee van de teleologie "geontologiseerd". De causa finalis werd tot een doelrichtende levenskracht, waardoor de opvatting dat de doeloorzakelijkheid een vanuit de toekomst terugwerkende werkoorzaak is, versterkt werd. Deze gedachte werd ook gevoeld door de ideeën omtrent het bestaan van een fundamentele "Trieb" in de Natuur, van de Idealistische Natuurfilosofie.

### 2.6.5.1 Schopenhauer

Ook Schopenhauer (1788-1860) verdedigde het bestaan van een levenskracht, als teleologisch principe. Voor Schopenhauer is de diepste werkelijkheid niet, zoals voor de Idealisten, de Geest, maar de Wil, de grond van alle zijn en gebeuren in de wereld. De Natuur is voor hem op de eerste plaats een werkzame, levende werke-lijkheid, met een "streef-karakter". Het levende is model van de gehele natuur.

Het levende organisme (en dus de natuur in het algemeen) laat zich echter niet verklaren, zonder de aanname van een levenskracht. Deze levenskracht, die een verschijningsvorm van de Wil is [57], integreert de fysische en chemische krachten tot een harmonisch en doelmatig georganiseerd geheel. Meer in het bijzonder beschouwt Schopenhauer de Wil als een fundamentele "Trieb", die de veelheid van de organismen doet ontstaan en waardoor de oervormen van de dieren de ene uit de ander te voorschijn zijn gekomen.

De Wil drukt zich niet alleen uit in ons eigen willen, maar ook in de drang tot zelfbehoud van de levende organismen, en in alle natuurlijke dingen, die in hun bestaan volharden. Ze is een onherleidbaar gegeven, dat zelf niet verklaard kan worden: "Die Wille zur Erhaltung ist Grundlos." Het is volgens Schopenhauer, dan ook een fundamentele omkering van zaken om uit de anorganische natuurverschijnselen het levende en tenslotte de mens te willen verklaren: "Es ist wie mann aus dem Schatten den Körper erklären wollte" [58].

### 2.6.5.2 Het Mechanicisme

Mede door de associatie van de levenskracht met de "Naturphilosophie", het Idealisme en de teleologie, riep de levenskrachttheorie in de loop van de negentiende eeuw, een groeiende weerstand op.

De synthese van ureum in 1828, door de Duitse chemicus Wöhler (1800-1882) leek het onderscheid tussen organische en anorganische stoffen en processen op te heffen. Het vitalisme leek daardoor definitief te zijn weerlegd.

De levenskrachttheorie werd ook onder vuur genomen door de beroemde fysici Helmholtz en Du Bois-Reymond, die het begrip "levenskracht" niet toetsbaar achtten. Net als de gravitatie-theorie ten tijde van Newton, werd ook de theorie van de levenskracht door critici aangevochten, omdat ze beroep deed op een "occulte kracht".

Bovendien beschouwde men deze kracht in strijd met het zojuist ontdekte principe van "het behoud van energie". Robert Mayer (1814-1878) ontdekte in 1845 dat ook de levende organismen zich naar dit, voor de anorganische natuur, zo fundamentele principe voegen. En Helmholtz (1821-1894), die zowel een toonaangevend fysioloog als fysicus was, en die zelf een belangrijke rol had gespeeld bij de formulering van het behoudsbeginsel, stelde vast

dat de fysische en chemische krachten van de stof, ook bij de opbouw van het organisme voortdurend en zonder onderbreking aan het werk zijn. De processen in het organisme zijn in strikte overeenstemming met de wetten van de fysica en chemie en met het principe van energiebehoud. Een beroep op een extra "levenskracht" leek dan ook overbodig [59].

Ook Emil du Bois-Reymond (1818-1896), collega van Helmholtz in Berlijn en evenals deze een van Duitslands toonaangevende wetenschappers, lanceerde in zijn "Ueber die Lebenskraft" (1848) een aanval op de levenskrachttheorie, die hij als een onwetenschappelijk en occult "vitalisme" kwalificeerde.

Den [...] vom Vitalismus hervorgehobenen Unterschieden, der angeblich höheren Unbegreiflichkeit und Unnähmlichkeit der Lebewesen, ihrer Zweckmäßigkeit [...] liegt ein meist unrichtige Auffassung zugrunde [60].

Hij had overigens ook grote bezwaren tegen het nabeve materialisme van o.a. Molenschot en Haeckel. In zijn geruchtmakende rede "Ueber die Grenzen des Naturerkennens" (1872), waarin hij tot de vaststelling komt dat er bepaalde problemen zijn ("die Welträtsel"), waarvoor geen oplossing mogelijk lijkt te zijn, spreekt hij zich uit zowel tegen het vitalisme als tegen het materialisme [61].

Ook andere belangrijke biologen zagen geen heil in de levenskrachttheorie. Zo benadrukten Schwann (1810-1882), en Schleiden (1804-1881), de grondleggers van de celtheorie, dat een "Lebenskraft" slechts metaforische betekenis kon hebben en niet als een werkelijk bestaande kracht beschouwd moest worden, omdat die in strijd zou zijn met het mechanistische verklaringsschema [62]. De beroemde patholoog, Rudolf Virchow (1821-1902), keerde zich aanvankelijk ook tegen het vitalisme [63], ofschoon hij later zijn standpunt zou matigen [64].

De Franse, invloedrijke fysioloog Claude Bernard (1813-1878), hield zich in zijn geschriften uitvoerig bezig met de biologische methodologie en met de vraag naar de aanvaardbaarheid van de teleologische verklaring. Hij stond niet vijandig tegenover teleologische beschouwingen. In zijn "Cahiers rouges" maakt hij verschillende opmerkingen waaruit blijkt, dat hij in de biologie een teleologische beschouwingswijze (voorlopig) onmisbaar achtte.

Physicists and chemists can reject all ideas of final causes for the facts that they observe; while physiologists are inclined to acknowledge an harmonious and preestablished unity of the organized body...[and can] draw their final conclusion only in reference to this whole ... [therefore] teleology is equally valuable [65].

Een belangrijk gevolg van de geschriften van Helmholtz, du Bois-Reymond en anderen, was dat de term "mechanisme" van betekenis veranderde. In plaats van te verwijzen naar de poging alle natuurverschijnselen met behulp van de principes en wetten van de

mechanica te verklaren, kreeg de term steeds meer de betekenis van een programma waarin geprobeerd werd alle verschijnselen te verklaren met behulp van de principes en wetten van de fysica en de chemie (die beide onder het regiem stonden van de eerste wet van de thermodynamica, de wet van het energiebehoud).

Dit mechanicisme beschouwde de levende organismen als weliswaar zeer gecompliceerde, fysisch-chemische systemen die geheel in termen van fysisch-chemische wetmatigheden te verklaren zijn. Levenskracht, vitalisme en teleologie werden door de mechanici als "idealistisch" en/of "antropomorf" afgewezen. Het mechanicisme impliceerde zeer uitdrukkelijk de verwerping van ieder beroep op teleologische principes.

Historians are fond of characterizing the cutting edge of advance in biology as the mechanization of life, which is usually interpreted as the elimination of teleological thinking through reduction of vital phenomena to the laws of physics and chemistry [66].

Verwijzingen in wetenschappelijke verhandelingen naar levenskracht en teleologie waren vaak voldoende om de betreffende auteur als vitalist te brandmerken, en hem als wetenschapper verdacht te doen zijn.

Het Darwinisme leek in de ogen van deze wetenschappers een adekwate verklaring voor de doelmatige organisatie van het organisme te geven. Het behoeft geen beroep te doen op occulte teleologische principes als levenskracht. Zo beweerde Helmholtz dat Darwins theorie een totaal nieuwe interpretatie bood van het probleem van organische doelgerichtheid, die volledig in overeenstemming zou zijn met het principe van energiebehoud en met het programma van het mechanicisme [67].

#### 2.6.6 Karl von Baer

Uitzonderlijk in deze tijd waarin het mechanicisme veel opgang maakte, was de positie van Karl von Baer (1792-1876), de beroemde embryoloog van de 19de eeuw. Voor ons betoog is hij van belang, omdat hij juist op grond van een analyse van het teleologiebegrip kritiek leverde op het mechanicisme en op het Darwinisme. Zijn analyse is ook voor de beoordeling van de hedendaagse discussie nog relevant.

Het grote bezwaar van Von Baer tegen het Darwinisme was dat het een reductionistische en mechanistische theorie was, die geen verklaring biedt voor het probleem van het ontstaan van de doelmatige organisatie van het organisme. Von Baer was ervan overtuigd dat voor de verklaring van de transformatie der soorten, een teleologisch principe onontbeerlijk is.

Hij beschouwde het ontstaan van de verschillende bouwplannen tijdens het evolutionaire proces als analoog aan de ontwikkeling van de verschillende vormen tijdens de embryogenese [68]. Door

zijn onderzoek naar de embryogenese bij dieren [69] was hij tot de conclusie gekomen dat het onmogelijk is de doelmatige organisatie van organismen tijdens de epigenetische ontwikkeling van het embryo te verklaren, zonder daarbij een levenskracht te veronderstellen. Deze "Gestaltungskraft" was voor hem een teleologisch principe, dat richting en leiding geeft aan de embryogenese en daardoor voor hem ook de evolutie mede bepaalt.

Vooraf in zijn artikel van 1866, "Ueber Zweckmässigkeit oder Zielstrebigkeit überhaupt" [70] waarin hij een "Plaidoyer für die Teleologie" wil houden, ontwikkelt von Baer zijn ideeën omtrent de werking van teleologische principes in de natuur. Hij verwijt de wetenschappers een "Teleophobie" dat wil zeggen "eine Scheu für Zwecke und Zweckmässigkeit" [71], die volgens hem het gevolg is van een fundamentele begripsverwarring. De afwijzing van teleologie berust namelijk op de verwarring van het begrip "Ziel" (doel) met het begrip "Zweck" (bedoeling). En omdat "Zweck" een bewustzijn veronderstelt, denkt men dat waar geen bewustzijn is, ook geen "Ziel" kan zijn [72]. Hij stelt daarom voor, om in plaats van de term "Zweck" de term "Ziel" te gebruiken.

Der Begriff des Wortes 'Ziel' ist ein mehr unbestimmter, der wegen dieser Unbestimmtheit den Zweck mit einschliessen kann. Er setzt aber nicht, wie dieser, ein Bewusstsein voraus [73].

Zijn stelling dat de ontwikkeling van organismen niet te begrijpen is zonder beroep te doen op hun "Zielstrebigkeit", illustreert hij met een uitgebreide analyse van de metamorfose van de rups tot een vlinder. Na deze zeer uitvoerig beschreven te hebben, merkt hij op:

Wie ist es möglich zu verkennen, dass alle diese Vorgänge auf das künftige Bedürfnis sich beziehen? Sie richten sich nach dem, was werden soll. Ein solches Verhältnis nannten die Philosophen eine causa finalis, eine Ursache die im Ende oder im Ziele liegt [74].

Noch de ontwikkeling van organismen, noch het ontstaan van soorten binnen de evolutie kan men begrijpen zonder op teleologische beginselen beroep te doen.

Bovendien is het naar zijn mening fout te denken dat "doel" en "noodzakelijkheid", elkaar zouden uitsluiten. Een doel kan men immers niet bereiken zonder gebruik te maken van noodzakelijke wetmatigheden. En dat geldt niet alleen voor het technische handelen van de mens, maar evenzeer voor de organische vormingsprocessen, zoals de embryogenese en evolutie. "Ein Zweck wird durch Notwendigkeit nicht aufgehoben, sondern erreicht" [75]. In het organisme zijn weliswaar noodzakelijkheden werkzaam, maar niettemin blijft de vraag: "Führen diese Notwendigkeiten in den Organismen nicht zu einem Ziele? und muss ich nicht eben deshalb glauben, das sie für dieses Ziel da sind?" [76]. Wordingsprocessen zijn zonder doel eenvoudigweg niet intelligibel.

### 2.6.6.1 Conclusie

Von Baer legde de vinger op een probleem, dat ook nu nog één van de belangrijke oorzaken is van de argwaan van de wetenschap(per) jegens de teleologie. Men verwacht "Ziel" met "Zweck", doeleinden met bedoelingen. Dat deze verwarring ook nu nog heerst, blijkt uit het veelvuldige gebruik van de term "purpose" in de engelstalige literatuur over deze kwestie. Teleologie wordt daardoor, haast automatisch met intentionaliteit geassocieerd. Hierdoor worden doelen bijna onvermijdelijk in antropomorfe termen begrepen.

Deze verwarring heeft zijn oorsprong in de opvatting van de theologische teleologie, waarin intentionaliteit de voorwaarde is voor iedere vorm van teleologie. Maar op basis van deze opvatting alleen, is de volstreekte afwijzing van teleologie door de wetenschap in ieder geval niet te rechtvaardigen.

Overigens dient opgemerkt te worden dat, afgezien van de wetenschappelijke en wetenschapstheoretische argumenten, von Baer ook een ethisch motief had om de teleologie te verdedigen. Dit blijkt onder meer uit de volgende passage:

Eine Natur, die nur Notwendigkeiten ohne Ziele kennt, ist ein absolutes 'Muss' ohne Ziel und scheint mir eben so trostlos und unvernünftig, wie in menschlichen Verhältnissen eine vollständige Despotie, ein absolutes 'Soll' ohne Zweck sein würde [77].

Von Baer heeft ons een aantal waardevolle argumenten aangereikt om niet zonder meer teleologische opvattingen van de hand te wijzen. Desalniettemin is hij mede verantwoordelijk voor een andere misvatting met betrekking tot teleologie. Ook hij blijkt namelijk de doelloorzakelijkheid als een terugwerkende causaliteit op te vatten. Dit is het gevolg van het feit dat ook hij het teleologische principe opvat als een kracht'. De suggestie van een uit de toekomst werkende werkoorzaak is daarbij haast onvermijdelijk. Deze misvatting kleeft met name het neo-vitalisme van Driesch aan.

## 2.7 Twintigste Eeuw

### 2.7.1 Mechanicisme en Vitalisme in de 20ste Eeuw

Terwijl de fysica met de theorie van Newton tot rijpheid leek gekomen en het mechanistische wereldbeeld sindsdien vrij algemeen werd aanvaard, werd de Biologie pas in de 19de eeuw een echte wetenschap, met name door de ontwikkeling van de evolutietheorie en de celtheorie [1]. In het vorige hoofdstuk zagen we hoe verschillende vooraanstaande wetenschappers Darwins evolutietheorie als de bekroning van het mechanistische wereldbeeld beschouwden, dat nu ook toepasbaar op de levende natuur leek te zijn. De principes van variatie, van natuurlijke selectie en van de overleving van de geschiktsten, leken voor velen een mechanistische verklaring van de levende organismen mogelijk te maken. Vooral het populaire boek "Die Welträtsel" (1899) van Ernst Haeckel (1834-1919), waarin deze aan de zeven werelddraadselen die du Bois-Reymond had opgesomd, een mechanistische en materialistische verklaring bood binnen een evolutionair perspectief, had in de verspreiding van deze gedachte een grote invloed.

Zelfs het ontstaan van het leven, dat door du Bois-Reymond nog één van de onoplosbare vraagstukken werd genoemd, leek nu mogelijk op basis van "puur materiële en mechanistische principes":

If we assume the hypothesis of spontaneous generation [...] which has lost its former difficulty, then we arrive at an uninterrupted natural connection between the development of the earth and the organisms produced on it, and, in this last remaining lurking place of obscurity, we can proclaim the unity of all Nature, and the unity of her laws of Development [2].

Onder mechanicisme werd over het algemeen de poging verstaan, alle levensverschijnselen te verklaren met fysisch-chemische begrippen en wetmatigheden (epistemologisch mechanicisme). Of sterker: men verstond eronder, dat het levende organisme "niets meer is dan" een fysisch-chemisch complex (ontologisch mechanicisme). Het enige verschil met de levenloze dingen zou de complexiteit van hun organisatie zijn.

De biologie na Darwin stond aldus in het teken van de poging het mechanistische programma in de biologie door te voeren, zowel op het gebied van de morfologie, als op dat van de fysiologie en de embryologie. In 1867 schrijft T.H.Huxley:

Zoological physiology [...] regards animal bodies as machines impelled by various forces and performing a cer-

tain amount of work which can be expressed in terms of the ordinary forces of nature. The final object of Physiology is to deduce the facts of morphology and ecology from the laws of the molecular forces of matter [3].

Vooraf het invloedrijke boek "The Mechanistic Conception of Life" (1912) van de fysioloog Loeb (1859-1924), inspireerde veel onderzoekers levende organismen als een biochemisch complex te bestuderen. Levensverschijnselen dienen niet met behulp van van vitalistische en teleologische, maar op grond van darwinistische en mechanistische principes verklaard te worden [4].

Dit programma zou tenslotte uitlopen op de moleculair biologische revolutie van onze dagen. De moleculaire biologie is een van de meest invloedrijke disciplines van de hedendaagse biologie, en is de bekroonde fakkeldrager van het mechanistische programma. De vooraanstaande biochemicus en Nobelprijswinnaar James Watson zegt in zijn toonaangevende boek "The Molecular Biology of the Gene":

Complete certainty now exists among essentially all biochemists that the other characteristics of life [...]will all be completely understood in terms of the coordinative interactions of small and large molecules[...]and by the laws of chemistry. So we have complete confidence that further research[...]will eventually provide man with the ability to describe with completeness the essential features that constitute life [5].

Desondanks blijven vele fundamentele vragen erdoor onopgelost en is met name de moleculair biologische verklaring van de embryogenese meer een programmatische wens (droom?) dan werkelijkheid.

Toch was de mechanistische hemel niet helemaal onbewolkt. Het kleine wolkje dat Lord Kelvin aan het begin van deze eeuw aan de fysische hemel ontwaarde [6] zou spoedig een zware onweersbui worden. Als gevolg van de revolutionaire veranderingen in de fysica door de ontwikkeling van de relativiteitstheorie en de kwantumtheorie, werd het mechanisme in toenemende mate ter discussie gesteld [7]. Zowel fysici, zoals Bohr en Heisenberg, als filosofen, waaronder Whitehead en Bergson, drukten hun ongenoegen uit met de beperkingen van de mechanistische opvatting. Ook binnen de biologie ontstond er een toenemende kritiek op het mechanistische program. Hier waren het vooral de moeilijkheden met betrekking tot het Darwinisme en ontwikkelingen in de embryologie, die onderzoekers zoals Driesch, Haldane, Russell, Lloyd Morgan, Woodger en Von Bertalanffy, aanzetten tot een alternatieve benadering, die tot uitdrukking kwam in het neo-vitalisme en het organicisme.



### 2.7.1.1 Het probleem van de Orthogenese

We zagen reeds dat het Darwinisme al op het eind van de negentiende eeuw met een aantal problemen te kampen had. Als gevolg hiervan wonnen de neo-Lamarckistische en vitalistische evolutietheorieën aan invloed, en veroverden zich een plaats naast het Darwinisme [8]. Vooral het probleem van de zogenaamde Orthogenese was hierbij van belang.

In het fossiliaire materiaal werden bepaalde trends geobserveerd, die volgens een aantal biologen niet door Darwins theorie konden worden verklaard. Noch de natuurlijke selectie, noch het toevalskarakter leken ermee in overeenstemming. Zo vertoonde bv. het fossiliaire materiaal van de Sabeltandtijger en het Reuzenhert een evolutionaire ontwikkeling, die in tegenspraak leek te zijn met het principe van overleving van de best aangepasten. De buitengewoon grote hoektanden resp. gewelen, van deze dieren, konden moeilijk als doelmatig en adaptief worden beschouwd. Deze trends bleken vaak zelfs niet adaptief te zijn.

De theorie van de orthogenese, waartoe bv. Karl Nageli (1817-1891) en E. Cope (1840-1897) zich bekenden, veronderstelde nu een immanente ontwikkelingstendens in het organisme, die zich laat gelden onafhankelijk van de eisen van de omgeving, zodat tenslotte het dier als gevolg van gebrek aan aanpassing uitsterft.

Vaak gaat de theorie van de orthogenese samen met een vitalisme, dat een levenskracht postuleert als drijfveer van de evolutionaire ontwikkeling naar een vooraf bepaald doel, dit naar analogie met de embryogenese, waarin ook een bepaald doel, (nl de volwassenheid) nagestreefd lijkt te worden [9].

### 2.7.1.2 Neo-Vitalisme

De moeilijkheden voor het mechanicisme werden groter toen ook de embryologie rond de eeuwwisseling ontdekkingen deed die niet in mechanistische termen verklaard leken te kunnen worden. Binnen het kader van de toenemende scepsis jegens het mechanistisch programma, waaraan ook de fysica haar steentje bijdroeg, vond het vitalisme opnieuw weerklank.

In het algemeen ontkent het vitalisme, dat alle levensverschijnselen alleen met behulp van de fysisch-chemische wetmatigheden en begrippen verklaard zouden kunnen worden; maar het ontkent niet dat de levensprocessen plaatsvinden in overeenstemming met de fysische-chemische wetten.

Net zoals de term "mechanisme" is ook de term "vitalisme" overigens niet eenduidig. Men kan minstens twee soorten van vitalisme onderscheiden [10]: 1) het ontologisch vitalisme stelt dat een levenskracht echt bestaat, terwijl 2) het methodologisch vitalisme zich daarentegen beperkt tot de stelling dat mechanistische principes alleen de levensverschijnselen niet kunnen verklaren.

In de biologie zijn het steeds voornamelijk de vragen en de verschijnselen op het gebied van de morfogenese (zoals embryogenese en regeneratie) geweest, die het mechanicisme problematisch maakten en vitalistische theorieën deden opleven. Voor ons onderwerp is deze episode uit de geschiedenis van de biologie van groot belang, omdat het vitalisme het probleem van de teleologie nauw raakt. Volgens Hans Driesch (1867-1941), de voornaamste protagonist van een "wetenschappelijk neo-vitalisme" is het probleem van de teleologie één van de belangrijkste problemen voor de embryologie. Alle ontwikkelingsprocessen staan hiermee uiteindelijk in verband. Zowel de ontwikkeling van een individueel organisme (embryogenese) als die van soorten roepen problemen op van teleologische aard.

Omdat kennis van de embryogenese consequenties had voor de evolutietheorie (zoals in het bekende dispuut over de biogenetische grondwet van Haeckel [11]), was de teleologiediscussie binnen de embryologie ook relevant voor de evolutietheorie.

De samenhang tussen embryologie en evolutietheorie, werd nog op een andere wijze duidelijk gemaakt. De evolutietheorie van het begin van deze eeuw, ontbeerde immers een adequate genetische basis en, volgens een aantal embryologen, zoals bv. Conklin, kon juist embryologisch onderzoek de raadselen van de erfelijkheid oplossen. Zolang we niet weten hoe de embryogenese verloopt, kan ook de evolutie van de soorten niet begrepen worden:

If we are as yet unable to determine the precise manner in which the structure of the germ evolves into the structure of the adult [...] it is a small wonder that we have been unable to determine in detail the way in which one race is transmuted into another [12].

Het was ook binnen de embryologie dat de strijd tussen vitalisten en anti-vitalisten zich het scherpst aftekende. De tegenstellingen zouden evenwel ook leiden tot pogingen om ze te overbruggen. Dit bleek het geval te zijn in het "organicisme", dat de voedingsbodem werd van de hedendaagse systeemtheorie, en waarvan een centrale claim is dat ze een wetenschappelijke oplossing voor het teleologieprobleem levert. Daarover komen wij straks te spreken. Eerst willen wij hier ingaan op de ontwikkelingen in de embryologie die tot het vitalisme aanleiding gaven.

### 2.7.1.3 Mechanicisme in de Embryologie: Wilhelm Roux

In de embryologie van het begin van de 20e eeuw bestonden er twee scholen: een mechanistische rond de figuur van Wilhelm Roux, en een vitalistische rond de figuur van Hans Driesch.

In zijn "Entwicklungsmechanik" (1888) had Roux (1850-1924) een belangrijk pleidooi gehouden voor een mechanistische verklaring van de embryogenetische ontwikkeling. Daarmee wilde hij met name, naar analogie met het Darwinisme, de "Vervolständigung der mechanischen Zweckmässigkeitslehre" ook in de embryologie doorvoeren en daardoor de tot dan toe voornamelijk beschrijvende embryologie tot een experimentele wetenschap maken. De concrete vraag waarvoor hij een oplossing zocht was: welke krachten zijn er in een bevrucht ei werkzaam? en, hoe leiden deze krachten tot de ontwikkeling van een individu? Hij trok uit zijn experimenten met kikkereieren de conclusie dat de ontwikkeling ge-preformeerd is door fysisch-chemische structuren [13].

Roux raakte ervan overtuigd dat alle levensverschijnselen tot fysisch-chemische wetmatigheden zijn te herleiden. Organismen zijn, volgens hem, weliswaar van de anorganische dingen te onderscheiden door hun vermogen tot "Selbstregulation" en "Selbsterhaltung", maar dit vermogen kan geheel op mechanistische wijze worden verklaard. Het is een gevolg van de speciale en complexe organisatie van de levende materie. Een organisme vertoont ten hoogste een "scheinbare Zweckmässigkeit", omdat "wirkliche Zweckmässigkeit" een intelligente "Zielsetzer" vooronderstelt.

Iedere zweem van teleologie wordt door hem dus afgewezen, omdat dit volgens hem een doelstellend bewustzijn vooronderstelt. In de natuur kan daarvan geen sprake zijn.

In der Lebenwesen wirken nur physische d.h. physikalisch-chemische Faktoren direkt gestaltend, ohne dass Zweckthätige, also seelische Leistungen dazu direkt gestaltend nötig seien [14].

Men dient daarom van een natuurhistorisch en evolutionair gegroeide doelmatigheid te spreken [15]. Duidelijk is bij Roux de identificatie van teleologie met intentionaliteit, hetgeen de reden is dat hij alle teleologie in de wetenschap afwijst. Ook Roux verschieft zijn kruis tegen een vermomde vorm van het "argument of design".

#### 2.7.1.4 Vitalisme in de Embryologie: Hans Driesch

In de geschriften van de vitalistische embryoloog Hans Driesch (1867-1941) speelt de teleologische problematiek een belangrijke rol. Na eerst een aanhanger van het mechanisme van Weismann en Roux te zijn geweest, veranderde hij van mening naar aanleiding van zijn experimenten met zeeëgeleieren, uitgevoerd in het marien-biologisch instituut te Napels, in 1891. Zowel Roux als Driesch waren in Jena studenten van Haeckel geweest. Ze hanteerden beiden dezelfde methode: ze doodden één van de blastomeren van het eerste klievingsstadium van bevruchte eieren, om de gevolgen daarvan op de embryogenetische ontwikkeling na te gaan. Roux deed zijn onderzoek met kikkereieren, Driesch met zeeëgeleieren. Dit verschil zou van groot belang blijken te zijn voor hun respectievelijke opvattingen.

In zijn "History and Theory of Vitalism" beschrijft Driesch hoe hij tot zijn overtuiging kwam:

The experiments of several years upon the power which organisms possess of regulation of form, and continued reflection on the collective results of experiments on the physiology of development, upon which I had been working since 1891, combined with a logical analysis of the concepts of 'regulation' and 'action', brought about an entire change of my opinions and the gradual elaboration of a complete system of Vitalism [16].

De centrale stelling van Driesch was dat louter fysisch-chemische factoren de doelgerichte ontwikkeling van de embryogenese niet konden verklaren; daarvoor moest een bijzonder principe, een levenskracht of entelechie, worden verondersteld.

Driesch trok deze conclusie uit zijn experimenten met zeeëgeleieren die, indien door midden gesneden, toch een volledig organisme (weliswaar half zo groot) opleverden. Beide helften bleken in staat de normale ontwikkeling te onderhouden [17].

Dit in tegenstelling tot de resultaten van Roux bij kikkereieren die, na een dergelijke ingreep, mismaakte larven opleverden [18]. Tegenwoordig weten we dat kikkereieren, zogenaamde "mozaiek-eieren" zijn, die dit vermogen tot herstel niet bezitten, terwijl zeeëgeleieren, zogenaamde "regulatie-eieren" zijn, die dat vermogen wel bezitten [19].

Op grond van zijn bevindingen formuleerde Driesch het beginsel van de zogenaamde "embryogenetische regulatie": alle delen van het ei bezitten de potentie ("Prospektive Bedeutung") de ontwikkeling van een volwaardig eindprodukt te reguleren; in ieder van de blastomeren van het klievende ei is volgens Driesch de gehele potentie tot ontwikkeling van een volwassen organisme aanwezig: ze zijn "equifinaal" [20]. In de terminologie van Driesch, is het ei een "harmonieus equi-potentieel systeem": "Jedes Element kann Jedes". Welnu, zo redeneert hij, een dergelijk systeem kan niet op mecha-

nistische wijze verklaard worden. We moeten het verklaren in teleologische termen [21].

Dat het machinemodel van het mechanisme ontoereikend is voor de verklaring van het verschijnsel van regulatie, tracht Driesch te beargumenteren door het verschil in doelmatigheid bij organismen en machines te benadrukken. In het organisme heeft men volgens Driesch te maken met een bijzondere vorm van doelmatigheid, namelijk met een interne "dynamische Teleologie", die het organisme onderscheidt van de externe "statische Teleologie" van een machine. In de statische teleologie wordt iets externs toegevoegd aan de werkoorzakelijkheid; de dynamische teleologie daarentegen is een integrerend bestanddeel van bepaalde causale factoren in het organisme zelf [22].

Terwijl Driesch dus het probleem van de teleologie in verband met de embryogenese duidelijk zag, betrof dit probleem voor hem op de eerste plaats het probleem van de doelmatigheid. Zijn vitalisme is vooral geïnteresseerd in het probleem van de teleologie, in zoverre dit het probleem van het ontstaan van de doelmatige organisatie betreft:

Nicht die Frage, ob Lebensvorgänge das Beiwort "zweckmässig" verdienen, macht das Problem des "Vitalismus" aus [das ist eine Tatsache], sondern diese Frage: ob das Zweckmässige oder besser Ganzheitsbezogene an ihnen einer besonderen Konstellation von Faktoren entspringe, welche aus den Wissenschaften vom Anorganischen bekannt sind, oder ob es Ausfluss ihrer Eigengesetzlichkeit sei [23].

Om nu het verschijnsel van regulatie tot een harmonisch en doelmatig geheel te kunnen verklaren, nam Driesch aan dat er in levende organismen - die "equi-finale" systemen" zijn - naast de fysisch-chemische oorzaken nog een andere, sturende en integrerende causale factor werkzaam was. Deze factor, die hij de "entelechie" noemt, fundeert het autonome en eigenwettelijke karakter van het leven:

Das Wort "Entelechie" bezeichnet die Eigengesetzlichkeit lebender Körper, das in erweitertem Sinne wirkliche elementare Naturagens, welches sich an ihnen aussert [24].

De term "entelechie" ontleende hij aan Aristoteles, die hij de grondlegger van het vitalisme noemt [25], ofschoon Driesch (zeer terecht) opmerkt dat zijn gebruik van het Aristotelische begrip "entelechie" "nicht ganz im Sinn des Aristoteles" was [26].

De entelechie is voor Driesch een levensbeginsel, dat uitsluitend in levende wezens aanwezig is, en dat verantwoordelijk is voor de doelmatige organisatie van levende organismen. De entelechie is de "conditio finalis" - hij vermijdt het gebruik van de, volgens hem, verwarrende uitdrukking "causa finalis" - een "Gesamtrahmen der Konstanten", die er voor zorgt dat de fysisch-chemisch causale processen in een organisme zodanig gereguleerd worden dat ze harmonisch samenwerken, opdat het einddoel van de

ontwikkeling, een volwaardig organisme, wordt bereikt [27]. De "entelechie" ("en-telos") bevat in zich het doel, waarnaar het proces, dat onder haar controle en leiding staat, op weg is. Ook al wordt het normale verloop van dat proces gehinderd, toch wordt door de werkzaamheid van de entelechie, het einddoel bereikt. Deze eigenschap van de equifinaliteit, dat wil zeggen dat een bepaald doel, ondanks wisselende omstandigheden, toch bereikt wordt, zal ook in latere discussies omtrent de teleologie in de systeemtheorie een belangrijke rol spelen.

Een uitgewerkt systeem van het Vitalisme gaf Driesch in zijn tweedelige, "Philosophie des Organischen" (1909), de neerslag van zijn "Gifford Lectures" in Edinburgh in de jaren 1908-9, een werk dat ongemeen populair werd, ook onder biologen. De filosofische component van zijn leer werd sterker naarmate Driesch ouder werd - hij werd hoogleraar in de natuurfilosofie in Heidelberg, Keulen en Leipzig - en zijn vitalisme werd een vrij speculatief metafysisch systeem. Hij benadrukt steeds meer dat de entelechie weliswaar een natuurlijke, maar desondanks een niet-fysisch-chemische, niet-ruimtelijke, niet-energetische, kortom een immateriële teleologische factor is, die analoog is aan een "ziel", met een "psychoïde" karakter [28]. Geleidelijk verspeelde hij hierdoor de de welwillende belangstelling van de wetenschappelijke gemeenschap.

#### 2.7.1.5 Vitalisme en Evolutie: Bergson

De in zijn tijd zeer populaire Franse filosoof, en protagonist van een wijsgerig vitalisme, Henri Bergson (1859-1941) is voor ons beoogd daarom van belang, omdat hij een relatie legt tussen het vitalisme en de evolutie, en bovendien, omdat hij zich keert tegen zowel het mechanisme van Darwin, die hij overigens aanvankelijk zeer bewonderde, als tegen het finalisme van de orthogenese.

In zijn boek "L'Évolution Créatrice" (1907), beweert hij dat zowel het mechanisme als het finalisme moet worden afgewezen, omdat beide de uitdrukking zijn van een gedetermineerd en preformistisch wereldbeeld waarin voor vrijheid, nieuwigheid en creativiteit geen plaats is. De mechanici menen "de toekomst en het verleden in functie van het heden te kunnen berekenen" en beweren aldus dat alles in verleden, heden en toekomst reeds is gegeven [29].

Maar het finalisme is even onaanvaardbaar en wel om dezelfde reden. Het finalisme houdt immers in "dat de dingen en de wezens niet anders dan een van tevoren opgesteld plan verwerkelijken." Evenals bij het mechanisme veronderstelt men ook hier dat alles gegeven is:

Zo gezien is het finalisme slechts een omgekeerd mechanisme [...] Het finalisme stelt de aantrekking door de toekomst in plaats van de impuls door het verleden [30].

Noch de menselijke handeling, noch de evolutie zijn echter in mechanistische of finalistische termen te vatten. Al is de handeling resultante van voorafgaande gebeurlijkheden en verwerkelijk zij een bedoeling, dan nog is zij "toch een geheel nieuwe werkelijkheid en uitdrukking van de vrije wil" [31]. Door zijn opvatting van finalisme toont Bergson, dat hij teleologie als een vorm van preformisme, van een gepredestineerdheid beschouwt, waarin de doelen reeds kant en klaar gegeven zijn. Bergsons kritiek betreft de "gesloten finaliteit" van het embryogenetische model, waarin doelloorzakelijkheid een vorm van terugwerkende causaliteit is.

Bergson laat zien dat noch het mechanisme, noch het finalisme de creativiteit van de evolutie recht kunnen doen, en dat ze in strijd zijn met het wezen van de tijd als "durée", een niet te loochenen gegeven van de menselijke ervaring.

Beide theorieën kanten zich ertegen om in de loop der ontwikkeling van het leven een niet te voorziene vormschepping te zien [...] Maar als er niets onvoorziens, geen nieuwe schepping in het heelal is dan wordt de tijd overbodig [...] De tijd wordt beroofd van haar daadkracht [32].

De evolutie is noch het resultaat van mutatie en natuurlijke selectie, noch de uitdrukking van één of ander transcendent plan, maar het gevolg van een "levensdrift", een "élan vital", die wij ook in onszelf kunnen ervaren en die de oorspronkelijke oorzaak is van alle diversiteit. Deze "élan vital" brengt de evolutie op steeds nieuwe paden, waardoor onvermoede mogelijkheden tot werkelijkheid worden:

De evolutiebeweging is niet die van een weggeschoten kogel [...] maar [...] die van een granaat die in stukken uiteenspat, die op hun beurt in stukken uiteenspatten [...] enzovoort gedurende zeer lange tijd [33].

Bergson benadrukt voortdurend de analogie van het kosmische gebeuren met onze zelfervaring. De innerlijke evolutie van onze persoonlijkheid is analoog aan die van de evolutie van het leven. Dit geldt met name voor de ervaring van het streven [34]. In zijn streven kiest de mens zonder ophouden, en zonder ophouden laten wij vele dingen achterwege:

De weg die wij in de tijd gaan ligt bezaaid met de resten van alwat wij begonnen te zijn, van alwat wij hadden kunnen worden [...] De natuur echter bewaart de verschillende tendenzen en daarmee schept zij uiteenlopende reeksen van soorten die zich afzonderlijk ontwikkelen [35].

De evolutie is de grote kracht, spanning van dit voortdurende scheppingsproces,

Maar vaak schiet deze moeite haar doel precies voorbij, nu eens gehinderd door tegenwerkende krachten, dan weer afgeleid en geboeid door de vorm die zij bezig is aan te nemen [...] Dit kunnen wij ook in onszelf ervaren. Juist in de beweging waaruit onze vrijheid spreekt, schept deze het begin van de gewoonten die haar zullen verstikken [36].

Mede door de literaire pracht van Bergsons taal, mocht het vitalisme zich in het begin van deze eeuw, in een grote populariteit verheugen. In de jaren dertig echter taande, vooral voor vele biologen, de aantrekkingskracht ervan, omdat de theorie wetenschappelijk niet te toetsen was, en, vooral, omdat nieuwe ontwikkelingen van de populatie-genetica het wetenschappelijk antwoord leken te kunnen geven op een aantal problemen, waarmee het Darwinisme geworsteld had.

#### 2.7.1.6    Kommentaar en Conclusie.

Evenals de evolutietheorie het probleem van de teleologie begreep als het probleem van het ontstaan van de doelmatige adaptatie tijdens de evolutie, zo ook werd door Driesch het probleem van de teleologie geïdentificeerd met het probleem van het ontstaan van de doelmatige organisatie tijdens de embryogenese. Zijn vraag betreft in eerste instantie: wat is de oorzaak van het ontstaan van de organische doelmatigheid? Dit is ook de reden dat Driesch steeds naar het model van de machine verwijst, maar dit overigens afwijst als model voor de verklaring van het organisme. Door deze nadruk op het probleem van de doelmatigheid, blijft ook het neo-vitalisme - zoals eerder de levenskrachttheorieën - gevangen in de traditie van de zogenaamde "externe teleologie", zij het in een "geïnternaliseerde" vorm.

Dit wordt duidelijk uit de omschrijvingen van de entelechie, die Driesch in zijn latere werk geeft. De entelechie verkrijgt steeds meer een "psychoïde" karakter. De eigenschappen ervan kunnen op analoge wijze met de termen "Wissen und Wollen" gekarakteriseerd worden.

De rol die God binnen de kontekst van het "argument of design" vervulde, als boven-natuurlijke oorzaak van de kosmische doelmatigheid, verschijnt binnen de kontekst van het vitalisme, als een geïnternaliseerde, natuurlijke oorzaak in het organisme zelf, dat wil zeggen als entelechie. Deze heeft de taak, zij het op quasi-bewuste wijze, de doelmatigheid van het organisme te garanderen. Ook aan het neo-vitalisme van Driesch ligt dus, impliciet de vooronderstelling ten grondslag dat een bewustzijn de voorwaarde is voor teleologie.

Ook Bergson is in zijn kritiek op het finalisme gevangen in de misvatting dat natuurteleologie een doelbewust subject vooronderstelt. Hij identificeert finalisme met het bestaan van een



"design", een plan door een super-intellect ontworpen. Hij lijkt hierin geheel de traditie te volgen, waarin doelmatigheid en doelgerichtheid de uitdrukking zijn van een goddelijk plan. Dit is voornamelijk het gevolg van het feit dat Bergson zich in zijn kritiek liet leiden door de finaliteitsopvatting van degenen die een orthogenetische evolutie bepleitten. Ook de theorie van de orthogenese, en de neo-lamarckistische en vitalistische verklaringen daarvan, zijn immers impliciet door de theologische teleologie opvatting getekend. Ook hier moet een intern principe, de levenskracht, de natuurlijke rol vervullen die in de Natuurlijke Theologie aan God was toegedacht.

Tegenwoordig beschouwen de biologen het vitalisme als een misvatting en hoogstens nog van historisch belang. Zo beweert Von Bertalanffy bv. dat de geschiedenis van de biologie gekenschetst kan worden als de voortdurende weerlegging van het vitalisme [37]. Door de wetenschapshistorische onderzoeken van met name Lenoir is echter duidelijk geworden, dat de hypothese van een levenskracht vruchtbaarder is gebleken dan door de tegenstanders van vitalisme wordt gesuggereerd. Ze heeft zelfs bijgedragen tot belangrijke ontdekkingen op het terrein van bv. de embryologie [38].

Ook de Nobelprijswinnaar Francois Jacob, een bioloog die men voorwaar moeilijk van vitalisme kan verdenken, merkt op dat "Vitalism was as necessary for the establishment of biology as mechanism had been for the classical Physics" [39]. Weliswaar heeft het vitalisme haar programma niet kunnen doorvoeren, maar daarmee doet zij niet onder voor het mechanicisme, dat evenmin in staat was om de biologische problemen, die de aanzet tot het vitalisme hadden gevormd, adequaat op te lossen. Ook het mechanicisme blijkt meer een programmatische wensdroom, dan werkelijkheid te zijn.

Het voornaamste bezwaar tegen het vitalisme was en is dat het als een research-programma voor wetenschappelijk onderzoek niet adequaat is, omdat het beroep doet op empirisch niet waarneembare en derhalve niet toetsbare entiteiten zoals levenskracht, entelechie, en élan vital [40].

Een tweede bezwaar tegen het levenskracht-principe is bovendien, dat het een kracht is die verondersteld wordt doelgericht te werken. En omdat enerzijds - binnen de haast tot traditie geworden opvatting van de externe teleologie - doelgerichtheid onmogelijk wordt geacht zonder doelbewustheid, en er anderzijds voor een doelbewuste geestelijke activiteit in de sub-humane natuur geen aanwijzing bestaat, wordt het beroep op een levenskracht antropomorf geacht, en (dus) wetenschappelijk ontoelaatbaar.

In haar kritiek op dit teleologieconcept van het vitalisme, blijft ook het mechanicisme gevangen in deze misvatting. Dat heeft tot onvermijdelijk gevolg dat de afwijzing van het vitalisme ook de afwijzing van iedere vorm van teleologie in de natuur impliceert. Een dergelijk argument staat of valt echter met de juistheid van zijn premissen. Deze premissen kunnen echter ter discussie worden gesteld. Hierbij zijn de volgende drie vragen primair: 1) vooronderstelt natuurteleologie noodzakelijk intentionaliteit? 2) is het juist de intentionele handeling te beschouwen als een voorbeeld van terugwerkende causaliteit, waarin het (in de toekomst liggend) doel de oorzaak is van de handeling?

3) Is antropomorfisme ontoelaatbaar in de wetenschap, of is dit misschien onvermijdelijk of zelfs noodzakelijk?

Overigens heeft Driesch zelf niet onaanzienlijk bijgedragen tot de misvatting dat teleologie een vorm is van terugwerkende oorzakelijkheid. Door zijn gebruik van de Aristotelische term "entelechie" voor de levenskracht, werd de suggestie versterkt dat de doelloorzaak een "kracht" is, die een, vanuit de toekomst werkende oorzaak is van het ontstaan van de doelmatige organisatie tijdens de embryogenese. De causa finalis werd daardoor in feite herleid tot een causa efficiens [41].

Het was vooral het uit biologische kring gelanceerde idee van het "organicisme", dat poogde de "Scylla" van het mechanisme en de "Charibdis" van het vitalisme, te ontwijken. Het principe van "equifinaliteit", dat stelt dat een systeem, ondanks veranderende en belemmerende omstandigheden, toch een bepaald doel bereikt, is in het organicisme een centraal thema, en speelt ook in de discussies omtrent teleologie in de systeemtheorie en cybernetica een fundamentele rol.

### 2.7.2 Organicisme en Holisme

In het begin van de twintigste eeuw werd, mede als gevolg van de revolutionaire veranderingen in de fysica (de relativiteitstheorie en de kwantumtheorie), het mechanisme in toenemende mate ter discussie gesteld. Binnen de biologie waren het vooral ontwikkelingen in de embryologie en de fysiologie, en de moeilijkheden met betrekking tot het Darwinisme, die biologen aanzetten tot alternatieve benaderingen, zoals die van het vitalisme.

Door biologen als J.S. Haldane, E.S. Russell, Lloyd Morgan, Woodger en Von Bertalanffy werd een zogenaamde organicistische c.q. holistische benadering van de (levende) natuur ontwikkeld, mede geïnspireerd door de ontdekking van de embryogenetische en fysiologische regulatieprocessen, en door de ontwikkeling van het "Homeostasis"-model door Cannon in zijn "The Wisdom of the Body" (1932). Wat deze onderzoekers van de hiervoor besproken vitalisten onderscheidt, is dat ze, ondanks hun afwijzing van het mechanisme, weigerden beroep te doen op een obscure levenskracht. Zo zegt Haldane bv.:

The very nature of the vitalistic assumption is totally unintelligible [...] and the hypothesis is useless: for even if we cannot completely understand a living organism by the aid of physics and chemistry, we do not improve matters by postulating an agency which is itself entirely unintelligible" [42].

Het organicisme is hier van belang, omdat uit het gedachtengoed ervan, zich de systeemtheorie ontwikkelde. Hierbij speelde met

name de embryoloog Von Bertalanffy een centrale rol. Hij is één van de grondleggers van de Systeemtheorie en was sterk door het organicisme beïnvloed.

De "organicistische" natuurfilosofie tracht de tegenstelling tussen mechanisme en vitalisme te overstijgen met behulp van het concept van "organisme" en/of "wholeness" (heelheid). Volgens de organicisten dienen we de wereld en de dingen te begrijpen in termen van "organische geheelen" en niet in termen van fysisch-chemische elementen, zoals het mechanisme dat voorstaat. Maar het postuleren van een voor het leven kenmerkende levenskracht, zoals het vitalisme wil, wijzen zij als overbodig en niet-wetenschappelijk van de hand. Vooral het levende organisme is zo'n "heelheid". Door deze stelling wordt het organicisme ook wel "holisme" genoemd.

De centrale gedachte van deze auteurs is dus dat het organisme een "echte heelheid" ("genuine whole") is, dat wil zeggen niet slechts een mechanisch aggregaat, maar een hiërarchisch georganiseerd geheel, met verschillende niveaus van complexiteit, waarbij op ieder niveau het geheel meer is dan de som van zijn delen. "The Whole is More than the Sum of its Parts". Op ieder niveau wordt het gedrag ervan bepaald door wetmatigheden die niet zonder meer zijn te herleiden tot de wetten die de samenstellende delen bepalen. De studie van deze lagere niveaus is wel noodzakelijk maar niet voldoende voor het begrijpen van de hogere niveaus. Op ieder niveau van complexiteit "verschijnen", "openbaren" zich "nieuwe" eigenschappen. Dit verschijnsel wordt "emergentie" genoemd. Eigenschappen kunnen niet zonder meer worden afgeleid uit de eigenschappen van het lagere niveau. Het zijn zogenaamde "irreducible properties". Ook de finaliteit van het organisme is zo'n emergente eigenschap.

In deze uitgangspunten is het organicisme van bv. J.S. Haldane (1860-1936), E.S. Russell (1887-1954) en J.H. Woodger (1894-1981), nauw verwant met het "holisme" van J. Smuts (1870-1950) en het "emergentisme" van Lloyd Morgan (1852-1936). Zij allen wezen zowel het mechanisme als het vitalisme af. "If the mechanistic theory is wrong, this does not prove that the theory of the vitalist is right" [43]. Noch het mechanisme, noch het vitalisme geeft van het organisme als doelmatige en doelgerichte "heelheid", een adequate verklaring. In overeenstemming met het vitalisme benadrukten de organicisten de eigen aard van het leven, met de haar kenmerkende finaliteit. Maar in overeenstemming met het mechanisme, achtten zij een wetenschappelijke verklaring van het leven mogelijk [44].

Een aantal organicistische biologen, zoals Woodger en Morgan ontwikkelden hun gedachten onder de invloed van de filosofen Whitehead en Alexander, die de wijsgerige grondslag legden voor het organicisme.

### 2.7.2.1 Wijsgerig Organicisme: Whitehead en Alexander

De Engelse wiskundige en filosoof A.N. Whitehead (1861-1947), formuleerde een "Philosophy of Organism", het meest systematisch en uitvoerig in zijn "Process and Reality" (1929). Evenals voor Bergson, door wie hij zeer werd geïnspireerd, is voor hem de werkelijkheid een evolutionair proces, waarin voortdurend nieuwe entiteiten ("actual entities") ontstaan. De fundamentele bouwstenen van de werkelijkheid zijn geen starre onveranderlijke substanties, maar "gebeurtenissen" ("events"), die zich ontwikkelen onder invloed van zowel werkoorzakelijkheid ("causal efficacy") als van doelloorzakelijkheid ("subjective aim"). Het zijn "structures of activity", gekenmerkt door een organische structuur; dat wil zeggen dat de componenten ervan in een "interne relatie" tot elkaar staan. De organische structuur van interne relaties betekent dat "properties of a part are different when it is in its place in the organic hierarchy from what they are when it is removed from it". Met name deze interne relaties worden door het mechanisme over het hoofd gezien.

Volgens Whitehead zijn eigenlijk alle dingen (als "actual entities") organismen: "Biology is the study of the larger organisms, whereas physics is the study of the smaller organisms" [45], zoals kristallen, moleculen en atomen. Deze "organismen" ontstaan weliswaar als gevolg van "efficiënte causaliteit", maar die wordt door een teleologische factor "the subjective aim" gekanaliseerd, dat wil zeggen dat in een "aftasten van compossibele mogelijkheden", de werkoorzakelijkheid eerst gestalte krijgt [46].

De Australische wiskundige en filosoof Samuel Alexander (1859-1938) formuleerde in zijn "Space, Time and Deity" (1920), een natuurfilosofie, gebaseerd op het idee van "emergentie" ("emergence"). Evenals Bergson en Whitehead beschouwde hij de werkelijkheid als een "process". De werkelijkheid heeft zich in een evolutionair proces ontwikkeld tot een hiërarchische orde, waarbij de hogere vormen van werkelijkheid uit de lagere "emeren", en waarbij dus steeds nieuwe eenheden met steeds nieuwe eigenschappen ontstaan. Aldus hebben zich achtereenvolgens de tijd-ruimte, de materie, het leven, de geest en de godheid ontwikkeld. Hierbij is elk niveau weliswaar afhankelijk ("dependent") van het voorgaande, maar wordt er niet zonder meer door bepaald ("determined"). Ieder niveau brengt onherleidbaar nieuwe eigenschappen voort. De leer van de emergentie impliceert volgens Alexander dat de wetenschapper een "natural piety" moet nastreven:

It accepts with loyalty the mysteries which [the scientist] cannot explain in nature and has no right to explain. It is the habit of knowing when to stop in asking questions [47].

Ook de Engelse filosoof C.D. Broad (1887-1971) ontwikkelde in zijn "The Mind and its Place in Nature" (1925), soortgelijke

gedachten. Broad vergelijkt de onherleidbaarheid van de emergente eigenschappen, met het voorbeeld van de eigenschappen van water, die op geen enkele wijze kunnen worden afgeleid of verklaard door die van waterstof en zuurstof.

The characteristic behaviour of the whole cannot be deduced from the most complete knowledge of the behaviour of its components, taken separately or in other combinations [...]. What came first, what we really and indubitably know about water are its various properties [...] what came second and was inferred was the hypothetical formula for its composition. Therefore we argue in a circle if we claim that the properties are derivable from the formula [48].

Wat Whitehead (overigens mede op basis van een analyse van de problemen in de fysica), Alexander en Broad filosofisch uitwerkten, werd door een aantal vooraanstaande biologen verdedigd op grond van bevindingen binnen de studie van de embryogenese en de fysiologie.

#### 2.7.2.2 Organicisme en Biologie

Eén van de belangrijke theoretici van het organicisme was de Engelse embryoloog Woodger (1894-1981), wiens boek "Biological Principles: a Critical Study" (1929), nog steeds de moeite van het bestuderen waard is [49]. Woodger was lid van de zogenaamde "Theoretical Biology Club", waartoe ook Needham, Bernal, Medawar en Waddington behoorden, en waarin de opvattingen van Whitehead intensief werden bediscussieerd.

Volgens Woodger kan alleen een "holistische, organicistische methode" de tegenstellingen tussen vitalisme en mechanisme, tussen preformatie en epigenese en tussen teleologie en causaliteit verzoenen en opheffen. De antithese tussen vitalisme en mechanisme is naar zijn mening slechts een schijnbare tegenstelling, en het gevolg van een ontoereikende analyse van een aantal centrale concepten.

Dit geldt met name voor de concepten van teleologie en causaliteit. Evenmin als in de werking van een machine, de werkelijkheid zeker de door de ingenieur opgelegde externe doelgerichtheid uitsluit, is ook in een organisme de mechanische werkelijkheid niet in strijd met doelloosheid. Integendeel, ze vullen elkaar aan.

Hij bepleit een nieuwe natuurfilosofie, die niet is gefundeerd op de (fysische) concepten van Ruimte, Materie en Substantie, maar op de (biologische) concepten van Evolutie, Organisme en Proces:

We need a revision of Metaphysics, about Change and Permanence, about Actuality and Possibility, about Space and Time, about Finality and Causality [50].

Soortgelijke gedachten vindt men ook bij de Engelse fysioloog J.S. Haldane (1860-1936). Ofschoon de biologie afhankelijk is van ontwikkelingen in de fysica en de chemie, kunnen deze wetenschappen het eigene van het levende organisme niet verklaren. Met name wordt dit eigen karakter van het leven duidelijk in de fysiologische regulatieprocessen, in het onderzoek waarnaar Haldane een belangrijke rol speelde.

It is evident that physiological progress has been dependent on the progress of physics and chemistry [...]. But it is also evident that the point now reached is that the conceptions of physics and chemistry are insufficient to enable us to understand physiological phenomena [51].

Een belangrijke aanleiding tot het biologische organicisme was de ontdekking van deze regulatieprocessen en de ontwikkeling van het "homeostasis"-model door Cannon. De regulatieprocessen, die ervoor zorgen dat het organisme zich ondanks wisselingen van temperatuur, zuurstof, zuurgraad, voedingsvoorziening in het milieu zijn normaal functioneren en structuur tracht te handhaven - het homeostatische of finale gedrag van het organisme - zijn er het bewijs van dat het levende organisme een echte "heelheid" is. Deze "heelheid" van het organisme is een fundamenteel en wetenschappelijk niet verder te herleiden gegeven. Ook de Engelse zoöloog E.S. Russell (1887-1954) benadrukte dit gegeven:

Organism is essentially an organized whole [...] Unity or Integration is not a problem for biology, but an axiom [...] we cannot explain it scientifically, but have to accept it [52].

Het kenmerkende van de organische "heelheid" is, volgens Haldane, dat structuur, activiteit en functie een onverbreekelijke eenheid vormen:

A living organism is distinguished by the fact that its structure is inseparably associated with its activity. Its activity expresses itself in the development and maintenance of its structure, which is nothing but the expression of this activity [53].

De eenheid van structuur en functie maakt dat het organisme een door en door teleologische entiteit is, waarin oorzaak en gevolg, als middel tot doel, elkaar wederzijds beïnvloeden. Haldane vindt het concept van organisme niet alleen fundamenteel voor de biologie, maar voor alle natuurwetenschappen. We moeten het organische niet trachten te begrijpen vanuit het anorganische, maar juist omgekeerd, het anorganische uit het organische:

The idea of life is nearer to reality than the ideas of matter and energy and therefore [...] the inorganic can ultimately be resolved into organic phenomena [54].

Binnen een dergelijk kader is tenslotte ook de tegenstelling tussen finaliteit en causaliteit op te lossen. De overeenkomst met gedachten uit de idealistische natuurfilosofie is opvallend.

De finaliteit van het organisme komt tot uitdrukking, zowel in het zoekgedrag van organismen naar voedsel en partners, als in de fundamentele verschijnselen van fysiologische "homeostasis", embryologische "equifinaliteit" en regeneratie. In al deze gevallen wordt een bepaalde norm nagestreefd, ten behoeve van de realisering en/of het behoud van het geheel:

In animals directive effort is manifest not only in their behavioural actions [as food-seeking and mating] but also in their morphogenetic and physiological activities, which at all their stages of the life-cycle maintain and restore norms of function and structure, and replace what is missing, as in healing and regeneration, within the limits of the possible [55].

Volgens Russell is deze finaliteit een onbetwistbare eigenschap van het leven. "Common to all living things is [the] basic element of directive striving, usually unconscious and blind" [56]. Een verklaring van deze organische finaliteit is noodzakelijk, omdat een levend organisme anders niet begrepen kan worden in één van zijn meest fundamentele eigenschappen. Ook de strijd om het bestaan is een aspect van deze fundamentele finaliteit van de organismen. "One aspect of this active striving nature of life is [...] the struggle for existence" [57]. M.a.w. het Darwinisme vooronderstelt de teleologie in plaats van deze te elimineren. Daarom ook wordt het Darwinisme door het organicisme afgewezen. Het Darwinisme poogde immers alle teleologie uit de natuur te bannen en het leven uiteindelijk op louter mechanistische wijze te verklaren.

Darwin indeed had finally eliminated all teleology from nature [...] and fitted well with the prevailing materialism of the day and gave solid ground for the hope that in time a complete mechanistic explanation of life would be forthcoming [58].

We dienen echter het onbetwistbare en fundamentele feit van de teleologische structuur van het organisme te erkennen. Deze laat zich echter niet in mechanistische termen verklaren, omdat de finaliteit een "emergente" eigenschap is, die zich pas op een hoger niveau van complexiteit openbaart.

Het meest kenmerkende van deze organische finaliteit - "directive activity" - is nu, volgens Russell dat het organisme ernaar streeft om, ondanks alle weerstrevingen, veranderende omstandigheden en belemmeringen, toch het normale stadium te bereiken en/of te handhaven. Levende organismen streven ernaar om datgene wat normaal is te realiseren en te handhaven; afwijkingen worden zoveel als mogelijk gecompenseerd [59].

Dit streven naar de ontwikkeling en de handhaving van het normale, zoals dat tot uitdrukking komt tijdens de embryogenese en in

de fysiologische homeostasis, noemde Russell "plasticiteit". Dit begrip is van belang, omdat het als één van de uitgangspunten kan gelden voor de hedendaagse discussie over teleologie. Volgens Russell wordt dit plastische gedrag gekenmerkt door de eigenschap, dat

1) het gedrag zolang door gaat, totdat het doel dat als eindpunt van het gedrag geldt, bereikt is; en

2) dat, als het doel niet via de ene weg bereikt wordt, andere wegen bewandeld worden om het doel te bereiken.

Dat wil zeggen, hetzelfde doel kan op verschillende wijzen, vanuit verschillende uitgangspunten en onder verschillende condities worden bereikt. Het bereiken van het doel wordt wel door deze condities beperkt, maar er niet door bepaald. Of zoals Russell het zegt: "The end-state is more constant than the method of reaching it" [60]. Hierbij moet reeds worden opgemerkt dat het opvallende van deze criteria is, dat ze reeds het bestaan van een "doel" vooronderstellen.

### 2.7.2.3 Holisme en Evolutie

Lloyd Morgan (1852-1936), Engels bioloog en leerling van Thomas Huxley, introduceerde de theorie van het "emergente evolutionisme" in zijn boek "Emergent Evolutionism" (1923). Gefinspireerd door de boeken van Alexander en Whitehead, probeerde hij hiermee een verklaring te geven van de evolutie zonder in het "reductionistische mechanisme" van het Darwinisme of het "onwetenschappelijke vitalisme" van Bergson te vervallen. Evolutie is een proces van voortdurende complexificatie, waardoor steeds nieuwe eenheden ("novelties") ontstaan, met nieuwe, dus niet te voorspellen "emergente" eigenschappen [61]:

One could not foretell the emergent character of vital events from the fullest possible knowledge of physico-chemical events only [...]. Such is the hypothesis accepted under emergent evolution [62].

Omdat deze nieuwe eenheden ("wholes") gehoorzamen aan andere wetten dan de hen samenstellende delen, is mechanistische reductie onmogelijk. Toch is het geenszins nodig om daarom een vitalistische kracht\* te postuleren. De tendens tot complexificatie is namelijk een inherente eigenschap van de stof.

Oorzakelijkheid is namelijk een uitdrukking van het hele netwerk van relaties ("nexus") tussen de delen van het geheel:

Higher levels of causation involve lower levels; Lower levels depend on higher level-causation [...]. The higher we ascend in the evolutionary scale the more complex is causation. That which happens in the going of events is an expression of the field ("nexus") in which it lies [63].



Daardoor is er geen sprake van een simpele "unilaterale causaliteit", zoals het mechanicisme veronderstelt, maar voortdurende wederkerige interactie tussen deel en geheel, tussen oorzaak en gevolg. De finaliteit, die de organismen kenmerkt, is de uitdrukking van deze wederkerige causaliteit tussen het geheel en de delen. Finaliteit en causaliteit sluiten elkaar dus niet uit, maar zijn wederzijds afhankelijk van elkaar.

De popularisering en verspreiding van de holistische gedachte was vooral het gevolg van de publicatie van het boek "Holism and Evolution" (1925) van de Zuid-Afrikaanse staatsman J. Smuts (1870-1950). Ook hij stond sterk onder invloed van Whitehead.

Hij was het die de term "holisme" introduceerde. In de natuur is een creatief principe ("holistic factor") werkzaam, dat voortdurend "nieuwe gehelen" doet ontstaan. "Holism is the term here coined for the fundamental factor operative towards the creation of new wholes in the universe" [64]. Ook hij stelt dat het holisme "de ideeën en methoden van het mechanicisme en het vitalisme overbodig" maakt [65]. Doelgerichtheid is volgens Smuts een fundamenteel kenmerk van het levende organisme:

Purposiveness is an essential feature of the organic whole [...] it means a correlation and unification of actions towards an end, whether this is consciously conceived or apprehended or not [66].

In het bijzonder komt deze doelgerichtheid tot uitdrukking in de zogenaamde "equifinaliteit" tijdens de embryogenese en in de fysiologische "homeostasis". De holistische opvatting biedt nu, volgens Smuts, de mogelijkheid tot een volledig nieuwe interpretatie van de samenhang tussen causaliteit en finaliteit. Evenals Morgan wijst ook hij op de wederkerige relaties tussen deel en geheel:

The wholes and the parts reciprocally influence and determine each other and appear more or less to merge their individual characters: the whole is in the parts and the parts are in the whole [67].

Causaliteit en Finaliteit sluiten elkaar dus niet uit, maar complementeren elkaar.

Evenals Haldane, Russell en Morgan heeft ook Smuts kritiek op het te simplistische en reductionistische model van het Darwinisme, met zijn te grote nadruk op het toeval; een kritiek overigens die ook heden ten dage weer opgeld doet binnen het kader van de systeemtheoretische benadering van de evolutie. In plaats van de natuurlijke selectie van het Darwinisme, is een zogenaamde "holistische selectie" verantwoordelijk voor de evolutie. Deze holistische selectie is een selectie in en door het gehele organisme, terwijl de natuurlijke selectie slechts selectie is door uitwendige factoren.

Maar evenals het Darwinisme wijst Smuts een finalistische interpretatie van de evolutie, zoals men die in de theorie van de

orthogenese aantreft, af. De organismen vertonen individueel weliswaar doelgericht gedrag, maar de evolutie is niet gericht op de realisering van een bepaald doel: "There is indeed a great trend in Evolution, but it would be wrong to call this trend a purpose and worse to invent a Mind to which refer that purpose" [68]. Het is veeleer zo dat tijdens de evolutie, trends ontstaan en doeleinden worden gevormd. "There is something holistic in Nature which shapes her ends and directs her courses" [69]. De trends komen veeleer tot stand als gevolg van het feit dat het reeds bestaande, gehele organisme, met zijn interne relaties en wederzijdse afhankelijkheden, een bepalende en regulerende factor vormt die de mogelijkheden van verandering inperkt, kanaliseert.

Zowel het denkbeeld van een holistische selectie als het idee van intern regulerende factoren mogen zich in de hedendaagse discussie over de evolutie opnieuw in een grote belangstelling verheugen.

Overigens ontsnapt ook Smuts niet aan de opvatting, die het vitalisme juist zo verdacht (en onwetenschappelijk) maakte, namelijk die van het bestaan van een kracht, die het proces van organisatie moet leiden. Dit blijkt uit zijn opmerking dat "holism [is] a real operative factor, a vera causa" [70].

#### 2.7.2.4    Kommentaar en Conclusie

Aan de opvattingen van de organicistische biologen ligt de overtuiging ten grondslag dat de biologie een autonome wetenschap is met eigen begrippen, wetmatigheden en theorieën, die overigens niet in tegenspraak zijn met de natuurkundige theorieën [71]. Een van de belangrijkste argumenten voor de autonomie van de biologie is juist de klaarblijkelijke onvermijdelijkheid van een teleologische taal in de biologie.

Het organicisme probeerde een antwoord te geven op de vragen en de problemen waarvoor ook het vitalisme zich zag gesteld. Zonder een beroep te doen op "levenskrachten", wil deze de eigenschappen van het leven uit het holistische karakter van het organisme afleiden. Vaak echter blijft het bij fraaie intentieverklaringen, zonder dat een nauwkeurige en adekwate analyse van het probleem van de teleologie wordt geboden. Daardoor trof uiteindelijk ook het organicisme het verwijt te vaag en onwetenschappelijk te zijn. Van de andere kant heeft het een belangrijke rol gespeeld in het levend houden van het probleem van de teleologie in de biologie. Het is (mede daardoor) de voedingsbodem geweest van de systeemtheorie en de cybernetica.

De poging van het organicisme om een adekwate analyse van het probleem van de teleologie te geven, schiet te kort om de volgende drie redenen.

Op de eerste plaats, benadrukt ze teveel dat finaliteit een "onherleidbare", want "emergente" eigenschap is van levende organismen. Finaliteit is, volgens het organicisme, een "nieuwe", emergente eigenschap van het levende organisme als nieuwe

"heelheid". Het is een eigenschap die zich eerst op een hoger niveau van complexiteit openbaart. "Nieuwheid" moeten we echter niet trachten te verklaren, maar eenvoudigweg met "natural piety" accepteren.

Hierdoor wordt echter ten eerste een soort van agnosticisme gepredikt, een "natural piety" om de finaliteit zonder meer te aanvaarden, hetgeen in tegenspraak lijkt met de pretentie een wetenschappelijke verklaring te willen geven. Ten tweede wordt daardoor finaliteit ook beschouwd als een resultaat van een evolutionair proces van complexificatie, hetgeen weer in tegenspraak lijkt met de stelling dat finaliteit juist voorwaarde is voor evolutie. Ten derde lijkt het organicisme de finaliteit als een exclusieve eigenschap van het leven te beschouwen, hetgeen in tegenspraak is met de suggestie dat de gehele werkelijkheid uit organische "wholes" bestaat.

Op de tweede plaats is het teleologieconcept van het organicisme te beperkt: het betreft slechts een aspect van de totaliteit van het probleem van de finaliteit. Er wordt immers slechts aandacht gevraagd voor de verschijnselen van "equifinaliteit" en "homeostasis", dat wil zeggen verschijnselen waarin een doel wordt nagestreefd, een norm wordt gehandhaafd. Maar de omschrijvingen die hiervan worden gegeven, zoals bv. in het geval van de "plasticiteit", vooronderstellen allen reeds het bestaan van een doel. Plasticiteit verklaart dus niet de teleologie, maar vooronderstelt juist de teleologie.

Op de derde plaats is de teleologieopvatting van het organicisme niet adequaat, omdat men ook hier weer uitgaat van de gedachte dat finaliteit een terugwerkende causaliteit is, zij het dat het organicisme deze inzichtelijk wil maken door over wederzijdse causale interactie te spreken. Deze misvatting van teleologie als terugwerkende causaliteit, waarin zowel het mechanisme, als het vitalisme, alsook de poging tot synthese van beide, het organicisme, zijn gevangen, is ongetwijfeld een gevolg van het "argument of design", waarin intentionaliteit als voorwaarde voor finaliteit wordt gezien, en waarbij dan bovendien wordt aangenomen, dat in de handelingsfinaliteit, het toekomstig doel als een oorzaak terugwerkt op de handeling van nu. De impliciete opvatting achter deze visie is, dat men de causa efficiens, de werkoorzaak, beschouwt als een zogenaamde "causaliteit a tergo", en deze in contrast ziet met de "causa finalis", de doelloorzaak, die men beschouwt als een "causaliteit a fronte", dat wil zeggen een vanuit de toekomst werkende werkoorzaak.

Op basis van deze misvatting laten zich de posities van mechanisme, vitalisme en organicisme nu ook verhelderen:

- 1) Het Mechanisme beschouwt een "terugwerkende causaliteit" in de natuur als onmogelijk en verklaart daarmee alle (verklaringen door) natuurteleologie obscuur en onwetenschappelijk,

- 2) Het Vitalisme acht een dergelijke causaliteit wel mogelijk; de "entelechie" werkt immers naar analogie met het intentionele bewustzijn,

- 3) Het Organicisme tracht aan te tonen dat een schijnbaar terugwerkende causaliteit wel degelijk mogelijk is op basis van mechanistische principes.

Deze laatste opvatting nu vormt ook de grondslag van de systeemtheorie en cybernetica. In de systeemtheorie staat vooral het door Driesch ontdekte verschijnsel van de equifinaliteit centraal, dat door de organicist Russell "plasticiteit" werd genoemd. Alvorens daarop in te gaan willen we hier nu eerst de opvatting over teleologie van Nicolai Hartmann bespreken, die daarom van belang is, omdat hij een nauwkeurige analyse heeft gegeven van de handelingsfinaliteit en op basis daarvan het concept van de terugwerkende causaliteit ter discussie stelt.

### 2.7.3 N.Hartmann

Vitalisten en organicisten beschouwden, ieder op eigen wijze, de doelgerichtheid van levende organismen als een soort van terugwerkende oorzakelijkheid.

Het was de verdienste van Nicolai Hartmann (1882-1950), geboren te Riga en hoogleraar in de wijsbegeerte in Berlijn en Göttingen, dat hij, in zijn boek "Teleologisches Denken" (1951), waarin hij een uitvoerige en kritische analyse van het teleologiebegrip geeft, aangetoond heeft dat er ook in het model van de handelingsfinaliteit geen sprake is van terugwerkende causaliteit. De winst van zijn analyse is dat hij de onjuistheid heeft aangetoond van de veronderstelling, dat een doelloorzaak een soort terugwerkende causaliteit is. Hartmann bekritiseert het concept van de finaliteit, zoals dat door vitalisten wordt verdedigd en door de mechanici wordt afgewezen. Zij allen gaan uit van een opvatting van de doelloozelijkheid als een "Umkehrung der Kausalität [... das heisst] als die zeitliche Umkehr der Abhängigkeit im Prozess: Abhängigkeit des Früheren vom Späteren" [72].

Hartmann begint zijn kritiek met een analyse van de motieven van de "unwiderstehlichen Zuge zur Teleologie" [73]. Reeds uit de aanvangswaarden blijkt dat hij de finaliteit als zijnskategorie afwijst als zijnde een antropomorfe illusie:

Wie sehr vollends das Denken noch teleologisch gefangen ist, ahnen nur die wenigsten [...]. Die Menschen [...] wählen sich [...] ihr Weltbild nicht so sehr nach Vernunft und Einsicht, als nach ihren Wünschen und Sehnsüchten [74].

De mens lijkt een onweerstaanbare behoefte aan teleologische verklaringen te hebben. Hartmann onderscheidt diverse motieven die daarvoor een psychologische verklaring zouden kunnen geven. Zoals bv. dat de mens voortdurend op zoek is naar zingeving van de wereld, en daarbij de neiging heeft alles naar analogie met zichzelf te verstaan, en te denken dat alles in deze wereld voor de mens bedoeld is [75]. Zo doet men, om de vrijheid van de mens in een causaal-gedetermineerde wereld te redden, vaak beroep op het concept van finaliteit.

De motieven voor het geloof in het bestaan van finaliteit in de natuur, vormen echter nog geen bewijs van de geldigheid van dat geloof. En het is de bedoeling van Hartmann aan te tonen dat een dergelijk geloof op een illusie berust.

Voor onze huidige discussie is van belang, de wijze waarop Hartmann door middel van een zogenaamde "Kategorieanalyse des Finalnexus" de onhoudbaarheid en ongerechtvaardigdheid van de teleologie probeert aan te tonen. Finaliteit is naar zijn opvatting geen "Real-Kategorie" (zoals de categorie van oorzakelijkheid), maar een "Bewusstseins-Kategorie". Het doel heeft "die Seinsweise nur in mente" [76]. "Die Kategorien der realen Welt sind nicht durchgängig identisch mit den Kategorien unseres Verstandes und unserer Anschauung" [77]. In het achtste hoofdstuk nuanceert Hartmann dit standpunt, voorzover hij duidelijk maakt dat finaliteit slechts een "Realkategorie" is binnen het bereik van het bewustzijn. M.a.w. als we echte finaliteit aan de natuur toeschrijven, dan maken we ons schuldig aan een denkfout. Binnen het bereik van de natuur heeft onze toeschrijving van finaliteit slechts een heuristische waarde. De finaliteit is dan slechts een "Anschauungskategorie", die ons toestaat een "antropomorfe" lezing van de natuur te geven. Deze "Finalisierung der Welt" is echter volgens hem niet gerechtvaardigd, indien ze niet beperkt blijft tot een "Als-Ob" principe: een regulatief of heuristisch principe tijdens het (biologische) onderzoek. De denkfout ontstaat dus zodra we het heuristische principe in een "Real-Kategorie" omzetten: "Der Fehler einer solchen Finalisierung beginnt erst wo wir die "Zwecke" für wirkliche Gesetze und final wirksame (immanente) Zwecke halten" [78]. Omdat de categorie van finaliteit binnen het bereik van de natuur niet, maar binnen het bereik van het bewustzijn wel degelijk een realiteitswaarde heeft, noemt Hartmann de categorie van de finaliteit een "Hybrid-Kategorie" [79].

Als uitgangspunt van zijn kritiek op de teleologie als terugwerkende causaliteit, geeft Hartmann een analyse van de handelingsfinaliteit. Hartmann onderscheidt daarin de volgende "drei Akten des Finalnexus", die in het bewustzijn onlosmakelijk met elkaar zijn verbonden:

- 1) Er is een doelstelling. Deze impliceert door een anticipatie van de toekomst een "Überspringung des Zeitflusses" binnen het bewustzijn.

- 2) Vervolgens wordt een keuze van de geëigende middelen gemaakt, in het licht van de doelstelling. Deze keuze betekent een "rückläufige Determination" binnen het bewustzijn.

- 3) Tenslotte is er de realisering van het doel door de middelen, hetgeen een "rechtlaufiger Realprozess" buiten het bewustzijn is.

Hartmann stelt nu dat finaliteit altijd een bewustzijn vooronderstelt, omdat slechts daarin een toekomstig doel kan worden voorgesteld, binnen het perspectief waarvan, middels een terugwerkende determinering, middelen ter realisering van dat doel kunnen worden vastgesteld. In de natuur is noch een anticipatie van het doel, noch een eenzijdige determinering mogelijk. Deze onmo-

gelijkheid komt vanwege de aard van de tijd, die immers lineair, continu en irreversibel is.

Een doel heeft alleen een immanente Zijnsstatus in de geest, niet in de natuur. Een omkering van de irreversibel verlopende tijd is niet in de natuur, maar alleen in de geest mogelijk. Finaliteit is dus alleen een categorie van het bewustzijn en niet van de werkelijkheid.

Dus, zo concludeert Hartmann, zonder bewustzijn kan er geen sprake zijn van doelloorzakelijkheid. Een geloof in een natuurteleologie is dan ook niet te rechtvaardigen. Er kan volgens hem geen immanente natuurfinaliteit bestaan: "Es kann überhaupt keine Naturfinalität geben, es sei denn dass eine Weltvernunft dahinter stecke" [80]. Hartmann beschouwt teleologie binnen de niet-menselijke natuur als een "fehlerhafte Voraussetzung, ein Petitio Principi." "Durchschaut man dieser Sachlage, so ist damit alle teleologische Metaphysik und Naturteleologie aufs beste widerlegt" [81]. Dat er echter in de natuur gebeurtenissen zijn die een gelijkenis vertonen met het doelbewuste handelen van de mens, wil Hartmann niet ontkennen. Integendeel, onze ervaring van die gelijkenis is onweerstaanbaar. Doch dit laat ons daarom nog niet toe te concluderen dat dergelijke gebeurtenissen "in Wirklichkeit Finalprozessen" zijn [82]. Doelloorzakelijkheid in de natuur is slechts een "Pseudokategorie" die op "transcendentale Schein" berust [83].

Het enige dat in de natuur werkzaam is, is een "Trieb", maar deze is volstrekt causaal en onbewust. Het gebruik van de term "Streben" is bij de beschrijving van biologische processen onterecht, omdat een dergelijke term reeds suggereert dat er in de natuur een finaliteit aan het werk is [84].

Ondanks zijn afwijzing van de finaliteit in de natuur, erkent Hartmann wel degelijk de eigenheid van biologische verschijnselen. Het dilemma waarvoor een niet-menselijk organisme ons stelt is dat het niet op toereikende wijze verklaard kan worden door beroep te doen op louter mechanische oorzakelijkheid, en dat het ook niet aan de voorwaarden voldoet om teleologisch beschouwd te worden: "Die Übertragung des Finalnexus ist unberechtigt" omdat dat een "Kategoriale Grenzüberschreitung" impliceert [85].

Het hanteren van causaliteit of finaliteit op het gebied van het levende is een gevolg van de verwaarlozing van het zijnsonderscheid tussen het levende, het stoffelijke en het geestelijke. Elke zijnslaag moet worden benaderd met de geëigende en adequate categorieën.

Overigens is deze laatste opmerking merkwaardig, in het licht van het feit dat Hartmann een zogenaamde "Stufen-Metaphysik", waarin sprake is van "Zijnsgraden" afwijst. Ze is een typisch voorbeeld van "vervreemdend teleologisch denken". Desondanks spreekt hij over lagere en hogere "zijnsgraden": "Der Finalnexus ist eine Kategorie einer höheren Seinsschicht und kann als solche nicht auf Gebilde der niederen Schicht rückerstrecken" [86].

Maar, zo kan men zich afvragen, waar haalt Hartmann het criterium vandaan om dit onderscheid tussen hoge en lage zijnswijzen te beoordelen?

Wil men niet-menselijke organismen begrijpen, dan moet men beroep doen op de voor het leven karakteristieke categorie van de "Nexus organicus" (94), een organische relatie, die door Hartmann ook de "Kategorie der Wechselwirkung" genoemd wordt. Met deze categorie bedoelt hij dat een organisme gekarakteriseerd wordt door een "wisselwerking" tussen oorzaak en effect. Hierin meent Hartmann een alternatief te hebben voor de mechanistisch-causalistische en vitalistisch-finalistische opvatting, zonder daarbij in antropomorfisme te vervallen. De causale relatie moet niet worden opgevat als eenrichtingsverkeer: het effect beïnvloedt en wijzigt immers ook de oorzaak. Hiermee verwijst Hartmann naar de systeemtheoretische en cybernetische analyses die het onderwerp van ons volgende hoofdstuk zullen vormen.

Afgezien van het inherente belang van Hartmann's analyse, dient tenslotte gewezen te worden op de wellicht uiteindelijke bezieling van waaruit hij zijn betoog houdt. Aan zijn analyse blijkt namelijk uiteindelijk een ethisch-humanistisch motief ten grondslag te liggen. Het is immers vanwege zijn begaan-zijn met de rol van de mens als zingever, dat hij de "Finaldetermination" van de Natuur afwijst. De aanwezigheid van immanente natuurlijke doelen zou voor een scheppende activiteit, voor nieuwheid en zingeving geen enkele ruimte meer laten. En ook menselijke zingeving zou volstrekt overbodig zijn. "In einer schon von sich aus sinnerfühlten Welt wäre ein Sinngebung mächtiges Wesen [zoals de mens] schlechthin überflüssig" [87]. Eerst in een doelloze en zinloze wereld is er voldoende speelruimte, om de mens zijn taak als zingever te laten vervullen. Dit zou onmogelijk zijn, als in de wereld reeds alles van te voren op een ultiem Doel gericht was [88].

Evenals voor Bergson het finalisme een vorm van determinisme was, waarin voor werkelijke vrijheid van de mens geen plaats is, wijst ook Hartmann het finalisme mede om deze reden af. Door de finalisering van de wereld wordt de mens namelijk van zijn "Sonderstellung in der Welt", als ethisch-verantwoordelijk wezen, beroofd.

### 2.7.3.1 Conclusie

Hartmanns analyse kan als volgt worden samengevat: iedere vorm van teleologie veronderstelt een anticipatie van doeleinden, en bovendien een "terugwaartse bepaling" van middelen. Beide akten zijn alleen binnen het bewustzijn mogelijk, als gevolg van de aard van de tijd. In de niet-menselijke natuur kan er dus geen sprake zijn van teleologie.

Deze formulering laat ten eerste zien dat Hartmann, ook van de traditionele stelling uitgaat dat het bewustzijn een noodzakelijke voorwaarde is voor teleologie. Weliswaar niet omdat daarin sprake zou zijn van terugwerkende causaliteit, maar omdat alleen binnen een bewustzijn, anticipatie van doelen en determinatie van middelen kan plaats vinden.

Deze koppeling van teleologie aan doelbewustzijn blijkt ook uit het feit dat Hartmann evenals Bergson, uitgaat van de veronderstelling dat doelgerichtheid en/of doelstrevendheid een vaststaand doel impliceert, zoals dat in het doelbewuste handelen het geval is; reden waarom hij het "finalisme" afwees.

Bovendien is hij op impliciete wijze ook het slachtoffer van de opvatting van de terugwerkende causaliteit. Want juist omdat er ook binnen het bewustzijn daarvan geen sprake is, is het onzin iets dergelijks te postuleren voor een eventuele natuurteleologie. Zijn kritiek op de finaliteit, opgevat als terugwerkende causaliteit, was zonder meer terecht. Maar, omdat hij de terugwerkende causaliteit klaarblijkelijk als de enig mogelijke vorm van natuurfinaliteit beschouwt, wijst hij iedere vorm van natuurteleologie als illusoir van de hand. Immers, zo stelde Hartmann vast, ook in het bewustzijn is er geen sprake van terugwerkende causaliteit, doch alleen van anticipatie van doeleinden en selectie van middelen, die volgens natuurlijke causale processen het doel verwezenlijken.

In ieder geval is duidelijk dat voor Hartmann alle teleologie een bewustzijn vooronderstelt. Volgens Hartmann was dit ook het standpunt van Aristoteles. Toch bereikt hij een conclusie die diametraal tegenover die van Aristoteles staat. Niet de causa finalis is voorwaarde van de andere oorzakelijkheidsverbanden, maar de causa efficiens is voorwaarde voor de causa finalis. "Der Finalnexus ist es der den Kausalnexus voraussetzt, nicht umgekehrt" [89]. Het menselijk doelbewuste handelen is niet mogelijk zonder causale verbanden, terwijl causale verbanden niet noodzakelijkerwijze finaliteit vooronderstellen.

Aristoteles beging, volgens Hartmann de fout om de analyse van de doelloorzakelijkheid in het totstandkomen van een artefact ("techne") op de gehele natuur ("physis") van toepassing te verklaren. Uit onze historische analyse is evenwel gebleken dat, niet Aristoteles, doch het arabische-scholastieke denken van de Middeleeuwen, en met name van Thomas van Aquino - door zijn theologische teleologie-opvatting, waarin een Goddelijk Bewustzijn oorzaak is van alle orde en doelmatigheid in de natuur - de aanleiding is geweest tot een koppeling tussen finaliteit en bewustzijn. Hartmann formuleert dat expliciet in zijn "Ethik", waarin hij stelt dat "Teleologische Metaphysik führt unausweichlich auf "Gott" hinaus" [90]. Alle verdedigingen van, maar ook alle kritiek op een teleologische natuuropvatting zijn sindsdien bepaald door deze verenging van de teleologie-problematiek tot een theologische teleologie.



## HEDENDAAGSE DISCUSSIE

"One task of a sound metaphysics is to exhibit final and efficient causes in their proper relation to each other."  
(Whitehead,1929)

"The final cause is not different from the efficient cause, but another expression of it."  
(Von Bertalanffy,1950)

### 3.1 Inleiding

In de natuurwetenschappen worden teleologische verklaringen met scepsis beschouwd. Enerzijds heeft men moeite met de vermeende omkering van de tijdsorde van oorzaak en gevolg, die door teleologische uitspraken gesuggereerd wordt. Anderzijds schuwt men de eventuele vitalistische en antropomorfe implicaties van teleologische beweringen. Desondanks worden vooral in de biologie veel functionele en teleologische verklaringen gebruikt. Volgens vele biologen zijn functionele verklaringen in de biologie zelfs onmisbaar. Ofschoon men van diverse zijden het wetenschappelijke karakter ervan betwijfelt, blijken ze dus vele biologen te bevredigen.

Men probeert daarom op verschillende wijzen aan de bezwaren te ontkomen. Verschillende auteurs ontkennen het teleologische karakter van functionele uitspraken. Weer anderen beschouwen daarentegen teleologische verklaringen als verholde mechanistisch causale verklaringen, en denken daardoor tevens de wetenschappelijkheid van de biologie te rechtvaardigen. Desondanks zijn er ook auteurs, die ervan overtuigd zijn dat het teleologisch karakter van functionele uitspraken niet ontkend kan worden, en claimen daarom het autonome karakter van de biologie, dat wil zeggen haar niet-herleidbaarheid tot de verklaringsschema's van de fysica en de chemie.

De discussie over het al of niet bestaan van natuurteleologie, en over de vraag of teleologische verklaringen wel of niet adequate wetenschappelijke verklaringen zijn, gaat dus onverminderd voort, hetgeen aangeeft dat het probleem van de teleologie binnen de biologie, allerm minst door het Darwinisme voor eens en altijd zou zijn opgelost.

In het algemeen kan men drie hedendaagse benaderingswijzen van het probleem van de teleologie onderscheiden.

Een aantal auteurs poogt teleologische verklaringen als mechanistisch-causale verklaringen voor te stellen. De behoefte tot een dergelijke "vertaling" hangt samen met de opvatting dat een teleologische beschouwingswijze een antropomorfe natuuropvatting impliceert, waarvoor in de natuurwetenschap geen plaats is en dat de causale beschouwingswijze een dergelijk antropomorfisme niet impliceert. Finaliteit is in deze optiek slechts schijnbaar teleologisch.

Deze visie wordt op twee manieren ingevuld:

a) Men beschouwt teleologische/finale/doelgerichte processen als speciale vormen van mechanische causaliteit, binnen het kader van een systeemtheoretische en een cybernetische verklaring (Von Bertalanffy, Wiener). Deze benadering is ontologisch reductionistisch.

b) Men herleidt teleologische en/of functionele verklaringen tot causaal-nomologische verklaringen. (Braithwaite, Hempel, Nagel). Deze benadering is epistemologisch reductionistisch.

2) Een aantal auteurs probeert de teleologische verklaring binnen het kader van de biologie te herwaarderden, door beroep te doen op de (systeemtheoretische) evolutietheorie, en daardoor zowel het wetenschappelijke karakter als de autonomie van de biologie te rechtvaardigen (Mayr, Ayala, Wuketits ea.).

Vaak wordt bij deze pogingen een beroep gedaan op systeemtheoretische en/of cybernetische concepten. Een belangrijke bijdrage tot de discussie van het finaliteitsprobleem in het algemeen, maar in het bijzonder van het finaliteitsprobleem binnen de biologie, werd dan ook geleverd door de de ontwikkeling van de cybernetica door Norman Wiener (en medewerkers), en van de algemene systeemtheorie door Von Bertalanffy en anderen [1]. Beiden opteerden voor de stelling dat, met behulp van deze theorieën, een wetenschappelijke en zelfs wiskundig formuleerbare oplossing van de problematiek van de finaliteit mogelijk zou zijn. Door deze stelling hebben zij als geen ander de huidige discussie omtrent deze problematiek bepaald. Een adequaat begrip van de actuele finaliteitsdiscussie is dan ook niet mogelijk zonder een bespreking van hun opvattingen (Zie hoofdstuk III.1).

De wetenschapstheoretische analyse van teleologische verklaringen is voornamelijk geïnteresseerd in de wetenschappelijkheid van teleologische en/of functionele verklaringen, dat wil zeggen verklaringen, waarin met behulp van de termen "opdat", "om te", "omwille van" enz. wordt verwezen naar een te realiseren doel. Het zal duidelijk zijn dat de voorgestelde antwoorden op deze vraag, afhankelijk zijn van de opvattingen van de betreffende auteurs omtrent wat wel of niet als een adequate en legitieme wetenschappelijke verklaring moet worden beschouwd. De voornaamste wetenschapsfilosofen, die zich met het probleem van de wetenschappelijke status van de teleologische verklaring hebben bezighouden zijn Braithwaite, Hempel en Nagel (Zie hoofdstuk III.2). Deze filosofen uit de logisch-positivistische hoek, trachtten aannemelijk te maken dat functionele verklaringen in het geheel niet verwijzen naar mysterieuze finale oorzaken, vitale factoren, doeleinden etc, maar geheel vertaald kunnen worden in termen van het causale verklaringsmodel (DN-model).

De discussie of functionele uitspraken wel of niet teleologisch zijn, en of teleologische verklaringen wel of geen adequate verklaringen zijn, wordt ook door (wijsgerige) biologen gevoerd. Een aantal van hen, zoals Canfield, Beckner, Hull, Ruse, Wimsatt, Ayala en Mayr, trachten het wetenschappelijke karakter van de teleologische verklaring - en daarmee van de biologie - te rechtvaardigen, zonder deze te herleiden tot het DN-model, en willen

daardoor tevens de autonomie van de biologie aantonen. Ze doen daarbij beroep op de begrippen van "adaptatie" en "selectie" uit de evolutietheorie, als ook op begrippen uit cybernetica en systeemtheorie.

Terwijl Darwin door het principe van de natuurlijke selectie, het concept van teleologie overbodig leek gemaakt te hebben, wordt het principe van de natuurlijke selectie door hedendaagse wijsgerige biologen juist gebruikt om het, klaarblijkelijk niet te negeren en te vermijden, teleologische aspect van de organismen en van biologische verklaringen, wetenschappelijk te rechtvaardigen.

In het hiernavolgende zullen we op deze actuele discussies uitvoerig ingaan en de claim onderzoeken dat de tegenwoordige auteurs een "niet-metafysische" en "niet-antropomorfe" revaluatie van de teleologie geven. De conclusie zal tenslotte zijn dat teleologie een noodzakelijke vooronderstelling blijkt te zijn.

De systeemtheorie beweert dat ze de teleologie wetenschappelijk kan verklaren.

In mechanistic science teleology could not be explained and was therefore eliminated as senseless, as supernatural or anthropomorphic [... However] Teleological behaviour is a form of behaviour, which can be defined in scientific terms and for which the necessary conditions and possible mechanisms can be indicated [2].

Daarom is het van belang hier de claim dat deze theorieën een oplossing bieden voor het probleem van de teleologie nader te onderzoeken.

### 3.1.1 Systeemtheorie en Finaliteit

De Systeemtheorie betekende een nieuwe fase in de teleologiediscussie. Ze was, en is nog steeds van grote invloed op het denken over finaliteit in de embryogenese, en in de evolutie.

In de systeemtheorie, waarvan hij één der grondleggers was, probeerde de Oostenrijkse embryoloog Ludwig Von Bertalanffy (1901-1972) een wiskundige formulering van het organicistisch standpunt te geven, en daardoor dit standpunt wetenschappelijk aanvaardbaarder te maken. Von Bertalanffy was gefascineerd door het probleem van de totstandkoming en handhaving van de biologische organisatie en het probleem van de regulatie van de biologische processen tot een harmonisch functionerend organisme. Dit blijkt reeds uit zijn eerste boek, "Kritische Theorie der Formbildung", uit 1928 [3]. Geconfronteerd met het probleem van de doelgerichte verschijnselen tijdens de embryogenese, wees hij zowel de "summatieve" opvatting van het mechanisme, waarin het geheel niet meer is dan de som der delen, als het vitalisme, vanwege haar onwetenschappelijke karakter, van de hand. Hij bepleitte daarentegen de "cumulatieve" en holistische beschouwingswijze van het organicisme, dat ervan uitgaat dat het geheel meer is dan de som der delen.

De specifieke wetten van het leven, door de mechanist ontkennd en door de vitalist beschouwd als vallend buiten het kader van de wetenschap, worden door het organicisme toegankelijk voor wetenschappelijk onderzoek en formuleerbaar in exact mathematische taal [4].

De systeemtheorie kan worden beschouwd als de mathematische uitwerking van het organicisme en het holisme. In de systeemtheorie worden begrippen als "wholeness", emergentie en finaliteit, die ooit als typisch metafysische of vitalistische begrippen beschouwd werden, met behulp van de systeemtheorie wetenschappelijk onderzocht en wiskundig geformuleerd.

In zijn boek "General System Theory" (1968), beschouwt Von Bertalanffy deze theorie zelfs als een nieuw en baanbrekend paradigma, dat toepasbaar is op vele terreinen van menselijke kennis, omdat we op alle niveaus van de werkelijkheid organisatie en systemen aantreffen [5]. Daardoor vinden we op vele terreinen, zoals die van de natuurkunde, de biologie, de psychologie en de sociologie, formeel gelijke, dat wil zeggen "isomorfe" wetmatigheden

Such considerations lead to postulate a new basic scientific discipline which we call General System Theory [which] is a logico-mathematical field, the subject matter of which is the formulation and deduction of those principles which are valid for 'systems' in general [6].

De door de verschillende wetenschappen onderzochte entiteiten en causale relaties zijn weliswaar zeer verschillend, maar de wiskundige uitdrukking van de wetten is in vele gevallen isomorf.

The most important reason for these isomorphisms [...] is the fact that the laws considered [...] hold generally for certain classes of complexes or systems, irrespective of the special kind of entities involved [7].

De kern van de systeemtheorie is dus te vinden in de formele methode, waarmee men verschijnselen van verschillende aard - mits deze beantwoorden aan de voorwaarden die gelden voor systemen - kan beschrijven in mathematische termen.

Een systeem nu, is een verzameling van elementen in onderlinge wisselwerking, waarbij deze elementen in het geheel van de organisatie andere eigenschappen vertonen, dan in isolatie. Alle elementen en delen van een systeem zijn zodanig geordend, dat ze de opbouw en instandhouding van het systeem waarborgen.

Von Bertalanffy beschouwt overigens niet alle systemen even relevant voor zijn analyses, maar alleen "systems of certain kind". Het fundamentele probleem hierbij is natuurlijk, volgens welke criteria wij het onderscheid tussen "systems of certain kind" en andere systemen moeten maken. Ofschoon Von Bertalanffy geen expliciete criteria noemt, die dit onderscheid zouden kunnen definiëren, suggereert hij deze wel, wanneer hij de mathematiseer-

bare kenmerken van dergelijke systemen ("of certain kind") opsomt: 1) "Wholeness", 2) "Centralisation", 3) "Individualisation", 4) "Competition", en 5) "Finality" [8]. Deze eigenschappen zijn volgens hem niet "metafysisch of antropomorf", maar "consequences of the formal characters and certain conditions of systems" [9]. Uit de aard van de opgesomde kenmerken wordt duidelijk dat Von Bertalanffy op impliciete wijze het levende organisme als paradigma-tisch voorbeeld kiest van de systemen "of certain kind". Ieder organisme vertegenwoordigt een systeem, met toenemende "integratie", "regulatie", "differentiatie", "specialisatie", en "centralisatie" en daardoor een toenemende "individualiteit".

Ons interesseert voornamelijk de stelling dat een dergelijk systeem gekarakteriseerd wordt door finaliteit. Von Bertalanffy onderscheidt verschillende typen van teleologie [10]:

1) Statische teleologie of "fitness", hetgeen betekent, dat een bepaalde structuur nuttig blijkt te zijn voor bepaalde doeleinden. De "fitness" van artefacten is gevolg van "human design", terwijl de "fitness" van organismen kan worden verklaard met behulp van natuurlijke selectie.

2) Dynamische teleologie of "directiveness", die een doelgerichtheid van processen inhoudt ("a directiveness of processes"). Deze dynamische doelgerichtheid kan zich uiten als

- Homeostasis: het handhaven van een dynamisch evenwicht op een bepaalde norm, en daardoor van het systeem zelf.
- Equifinaliteit, dat wil zeggen, het nastreven van een bepaald, normaal eindresultaat, ondanks eventuele belemmeringen [11].

3) Tenslotte "echte finaliteit" of "purposiveness", die gekenmerkt wordt door de bewuste anticipatie van een doel [12].

Het verschijnsel van equifinaliteit, zoals door Driesch beschreven, staat centraal in het betoog van Von Bertalanffy. Equifinaliteit is volgens Von Bertalanffy een wetenschappelijk aanvaardbaar concept, omdat het in causale termen kan worden verklaard. Doeloorzaken zijn eigenlijk vermomde werkoorzaken. Bovendien kan de equifinaliteit binnen de systeemtheorie in mathematische termen worden uitgedrukt. Equifinaliteit blijkt een in mathematische differentiaal-formules uitdrukbare eigenschap te zijn van zogenaamde "open systemen".

Het onderscheid tussen open en gesloten systemen is hierbij fundamenteel. In tegenstelling tot gesloten systemen die geen energie en/of materiaal uitwisselen met hun omgeving [13], worden open systemen hierdoor gekenmerkt, dat ze hun structuur juist handhaven door een voortdurende energie- en materiaaluitwisseling met de omgeving. Open systemen worden gekenmerkt door een zogenaamd "dynamisch evenwicht", "Fließgleichgewicht" of "steady state", dat wil zeggen dat het systeem, ondanks de materiaal- en energieuitwisseling, en ondanks opbouw en afbraak van de samenstellende componenten, constant van samenstelling blijft en zijn vorm behoudt [14]. Wat een persistente entiteit lijkt te zijn, blijkt juist te worden gehandhaafd door een voortdurende verandering en "turn-over" [15].

Von Bertalanffy karakteriseert levende organismen nu als dergelijke open systemen. Het belangrijkste verschil tussen een me-

chanisch en een organisch systeem is, dat een mechanisch systeem een structuur is die in een statisch evenwicht verkeert, terwijl een organisme een "proces" is, dat in een dynamisch evenwicht - een "steady state" - verkeert.

Equifinaliteit, de eigenschap van organismen, waardoor deze onder wisselende condities toch hun vorm handhaven en hetzelfde eindresultaat nastreven en bereiken, is, volgens Von Bertalanffy, het noodzakelijke gevolg van de "steady state" van organismen. Gesloten systemen kunnen zich niet equifinaal gedragen, omdat hun eindresultaat bepaald wordt door de aanvangsomstandigheden. In open, organische systemen, wordt een bepaald eindresultaat bereikt ondanks wisselende aanvangscondities. Equifinaliteit is het noodzakelijke en wetmatige gevolg van de gebeurtenissen in open systemen:

The equifinal form of directiveness which is so characteristic for biological phenomena that it has been considered as the vitalistic essence of life is in fact a necessary consequence of the steady state in organisms [16].

In tegenstelling tot Driesch, die meende dat equifinaal gedrag niet in wetenschappelijke, dat wil zeggen fysisch-chemische termen te verklaren was, stelt Von Bertalanffy dat een dergelijke gedrag, door de systeemtheorie wetenschappelijk, dat wil zeggen in oorzakelijke termen, kan worden verklaard:

The directedness of a process towards a final state is not a process differing from causality, but another expression of it [17].

Sterker nog, de aard en het gedrag van "open systemen", evenals hun kenmerk van equifinaliteit, kunnen in mathematische termen worden beschreven.

Niet alleen stelde Von Bertalanffy dat equifinaliteit de fysische basis van het begrip van doelgerichtheid is, maar hij was de overtuiging toegedaan dat deze eigenschap het paradigma van finaliteit in het algemeen is. Finaliteit wordt dus herleid tot een objectieve systeemeigenschap van organismen, welke uitdrukbaar is in mathematische differentiaalvergelijkingen, de zogenaamde "Endwert-Formeln". Deze drukken de veranderingen van het systeem uit, niet in functie van de actuele aanvangscondities, maar van de toekomstig te bereiken eindtoestand. Zo kunnen dus door de systeemtheorie alle "vitalistische" verschijnselen, zoals doelgerichtheid, zelf-regulatie, hierarchische ordening, op wetenschappelijk adequate wijze worden verklaard. "The model of the organism as an open system has proved useful in the explanation and mathematical formulation of numerous life phenomena" [18]. We behoeven finaliteit dan ook in het geheel niet meer te beschouwen als "a proof of vitalism", want "it is possible to give a physical formulation to the apparently metaphysical or vitalistic concept of finality" [19]. Doeloorzaken zijn voor Von Bertalanffy slechts vermomde werkoorzaken:

The final state to be reached in the future is not a "vis a fronte", mysteriously attracting the system, but only another expression for causal "vires a tergo" [20]. It seems as if the system would 'aim' toward an equilibrium to be reached only in the future [...] [but] the 'directiveness' of the process toward a final state is not different from causality, but another expression of it [21].

### 3.1.1.1   Kommentaar en Conclusie

Omdat de uiteenzetting van Von Bertalanffy veel invloed heeft gehad op de ontwikkeling van de systeemtheorie, die, tezamen met de in de volgende paragraaf te bespreken cybernetica, de ontwikkelingen in de fysiologie, de embryologie, de moleculaire genetica en sinds enige tijd ook in de evolutiebiologie, mede heeft bepaald, is het zinvol op enkele van zijn inzichten nader in te gaan. Vooral de volgende claims zijn een nadere beschouwing waard:

- De systeemtheorie zou een wetenschappelijke verklaring geven van de teleologie,
- De criteria waaraan open systemen voldoen, zouden voldoende zijn om het (finale gedrag van het) levende organisme te karakteriseren,
- De systeemtheorie zou een niet-antropomorfe en niet-teleologische, maar wetenschappelijke verklaring verschaffen van de finaliteit.

1) Von Bertalanffy beweert dat de systeemtheorie het "metafysische, vitalistische en antropomorfe" concept van de finaliteit kan vervangen door een echt, want mathematiseerbaar, wetenschappelijk concept.

The analysis of general system principles shows that many concepts which have often been considered as anthropomorphic, metaphysical or vitalistic, are accessible to exact formulation. They are the consequences of the definition of systems or of certain system conditions [22].

De systeemtheorie begrijpt de doelstrevendheid als een wetenschappelijk te onderzoeken systeemeigenschap, zonder daarbij beroep te doen op intentionaliteit ("Zwecksetzendes Subjekt") of levenskracht ("Zielstrebende Entelechie").

Hieruit blijkt op de eerste plaats, dat de kritiek van Von Bertalanffy - geheel in overeenstemming met het traditionele concept van het "argument of design" - slechts de intentionele vorm van finaliteit betreft. Dit is de reden waarom hij het probleem van de teleologie beschouwt als het probleem van de terugwerkende causaliteit. En het is dan ook voor dit probleem - dat in feite niets met het probleem van de doelloorzaak heeft uit te staan - dat hij een oplossing tracht te formuleren met behulp van het concept "homeostasis".



2) Op de tweede plaats spelen in het betoog van Von Bertalanffy voortdurend impliciete vooronderstellingen een rol, waardoor zijn claim van een "metafysiek-vrije" analyse van het teleologieprobleem niet wordt waargemaakt.

a) Om te beginnen maakt Von Bertalanffy niet duidelijk, wat we nu wel en wat niet als een systeem moeten beschouwen. Hij gaat ervan uit dat iedereen wel weet wat met "systeem" wordt bedoeld. Het wezenlijke onderscheid tussen systemen en niet-systemen wordt niet verklaard, maar aan het intuïtieve besef van de lezer overgelaten. Zijn definitie van een systeem als een "complex van elementen in onderlinge wisselwerking" geldt zowel voor een berg zand, als een kristal, het zonnestelsel, een cel, een machine, een organisme, de maatschappij. Zijn dit allemaal systemen?

Von Bertalanffy speculeert reeds bij voorbaat op de evidentie van het onderscheid tussen "mengsels", "aggregaten" en "echte systemen". Klaarblijkelijk weten wij op een intuïtieve wijze welke objecten we als "aggregaten" en welke we als echte "gehele" of "systemen" dienen te beschouwen. Dat hij op dit intuïtieve onderscheid speculeert, blijkt uit zijn voortdurend gebruik van de term "certain", zoals onder meer in "systems of certain kind", "certain classes", "certain conditions", en "certain relations". Dit suggestieve gebruik van termen, hoe onschuldig het ook lijkt, fungeert voor Von Bertalanffy blijkbaar als bewijs van zijn stelling. Op zich zou dat misschien nog geen bezwaar zijn, ware het niet dat Von Bertalanffy juist doelgerichte van niet doelgerichte systemen wil onderscheiden [23]. Uit de toevoeging van het niet nader gespecificeerde "certain kind", blijkt dat er impliciete criteria meespelen bij de identificatie van systemen, die ervoor zorgen dat bepaalde systemen wel, andere niet als paradigmatisch voorbeeld van systemen worden aanvaard.

b) Vervolgens maakt Von Bertalanffy het onderscheid tussen open en gesloten systemen niet voldoende expliciet. Finaliteit is volgens hem een eigenschap van "open" systemen. Het bereikte of te bereiken eindresultaat in open systemen hangt niet af van de aanvangscondities waarin die systemen verkeren, maar van de condities in de systemen zelf, de zogenaamde systeemcondities. In anorganische systemen wordt het eindresultaat bepaald door de aanvangsomstandigheden, in organische systemen wordt een bepaald eindresultaat bereikt ondanks en via wisselende aanvangscondities. Men kan zich evenwel afvragen welke soort van aanvangscondities hier bedoeld wordt. Klaarblijkelijk heeft Von Bertalanffy niet die condities op het oog, die het bestaan of het normaal functioneren van het systeem niet meer zouden toelaten, zoals te hoge temperaturen of fatale zoutconcentraties en/of pH-waarden. Met een term als "aanvangscondities" sluipt dus reeds een stilzwijgende veronderstelling binnen aangaande wel en niet aanvaardbare omstandigheden: Wel of niet aanvaardbaar met betrekking tot wat men als norm-aal voor het betreffende systeem beschouwt. Nog voor de onderzoeker aan een "adekwaat" onderzoek van "zijn" object begint, "weet" hij klaarblijkelijk reeds wat wel en niet wezenlijk en relevant voor dat object is. Voor anorganische systemen worden andere aanvangscondities als normaal beschouwd dan voor organische systemen. Er wordt dan ook reeds stilzwijgend een

onderscheid tussen organische en anorganische systemen verondersteld, terwijl voor beide toch de kwalificatie van "open systeem" kan gelden. Ook voor open systemen zijn de aanvangscondities zodanig te veranderen, dat het normale eindresultaat niet meer bereikt wordt. Het onderscheid tussen aanvangscondities en systeemcondities is dus niet eenduidig en niet strikt. Het ligt voor de hand dat het de bioloog gaat om die condities, die relevant zijn voor de instandhouding en voor het normaal functioneren van "zijn systeem", het organisme. De definitie van (equi-)finaliteit geldt dus slechts binnen het kader van een impliciet en intuïtief afgebakend domein, binnen het perspectief waarvan de gebeurtenissen op "normale" wijze, dat wil zeggen op te verwachten wijze, zullen plaatsvinden.

Dezelfde opmerking geldt voor de herkenning van de eindtoestand van een systeem. Als een onderzoeker een bepaalde evenwichtstoestand als eindtoestand kwalificeert, dan speelt de impliciete vooronderstelling dat hij intuïtief reeds weet wat de relevante eindtoestand voor het betreffende systeem is. Voor het levende organisme bv. wordt niet de dood als de relevante eindtoestand beschouwd, maar het volwassen stadium.

c) De gehele discussie van Von Bertalanffy omtrent "open systemen" blijkt bepaald te worden door zijn impliciete referentie naar het levende organisme als paradigmatisch voorbeeld van een open systeem. Zo denkt hij, als voorbeeld van een "denk-experimenteel" systeem, bij voorkeur aan een systeem "more approaching biological conditions", omdat "one important characteristic of biological systems is circumscribed by terms like "purposiveness", "finality", "goal-seeking" etc" [24]. De systeemvergelijkingen beschrijven dus het gedrag van systemen die min of meer gelijken op biologische systemen, dat wil zeggen levende organismen. Hierbij wordt bovendien een stilzwijgend beroep gedaan op het feit dat de lezer intuïtief weet heeft van wat de termen "levend", "purpose", "goal" en "finality" betekenen, dat wil zeggen wat ze binnen het kader van zijn eigen ervaring zinvol maakt.

3) Uit de aard van de opgesomde kenmerken - "Wholeness", "Centralisation", "Individualisation", "Competition" en "Finality" - die volgens Von Bertalanffy karakteristiek zijn voor open systemen, wordt duidelijk dat hij impliciet vooronderstelt, dat het levende organisme het paradigmatische voorbeeld is voor de identificatie van open systemen, dit in tegenstelling tot de uitlatingen van Von Bertalanffy, waarin hij stelt dat organismen voorbeelden zijn van open systemen. Juist het omgekeerde is het geval: ons begrip van open systemen ontleen we aan de impliciete referentie naar onze kennis van levende systemen, waarvan we op intuïtieve wijze begrip hebben in en door onze zelf-beleving. De "systems of certain kind" zijn systemen die in hun gedrag gelijken op biologische systemen en deze herkennen we als levend, omdat ze in hun gedrag en eigenschappen, kenmerken vertonen die wij intuïtief, op basis van onze zelfervaring en zelfbeleving als wezenlijk voor het "leven" beschouwen.

Het is bovendien duidelijk dat het concept van "open systeem" niet voldoende is om levende van niet-levende systemen te kunnen

onderscheiden. Immers, ook een wateroverloop handhaaft een dynamisch evenwicht, door in- en uitstroom van materiaal. Het concept van "open systeem" ontleent echter haar suggestie van toereikend te zijn, doordat het de "eigenaardige" eigenschap van organismen, zichzelf ondanks deze uitwisseling te handhaven, reeds vooronderstelt. Het is misleidend te zeggen dat levende organismen voldoen aan criteria van "open systemen", omdat deze criteria juist op basis van het paradigmatische voorbeeld van het levende organisme geformuleerd zijn. Het gehele concept van open systeem vooronderstelt dus reeds dat wij op één of andere wijze levende objecten van niet-levende objecten kunnen onderscheiden.

Von Bertalanffy beweert dat het fundamentele verschijnsel van het leven beschouwd kan worden als een consequentie van het feit dat het een open systeem (in "steady state") is:

The character of the organism as a system in steady-state is one of its primary criteria [...]. The fundamental phenomena of life can be considered as consequences of this fact [25].

Dit is echter een omkering van zaken. Weliswaar is "steady state" een belangrijke karakteristiek van systemen die wij als "levend" kwalificeren (dat wil zeggen als "levend" herkennen!), doch dat impliceert niet dat alle systemen die "steady state" vertonen, "levend" genoemd kunnen worden. Ook chemische processen, zoals enzymatische reacties in vitro, of de turn-over van eiwitten of nucleïnezuuren, vertonen een dergelijk gedrag; dat wil zeggen, een gedrag dat "in vitro" is te realiseren in cel-extracten of zelfs in artificiële mengsels [26].

Het is dus veeleer zo, dat onze herkenning van bepaalde dingen als zijnde levende organismen, de beschrijving ervan pas mogelijk maakt. Slechts nadat we objecten als levend herkend hebben, kunnen we zeggen dat ze

- systemen in plaats van aggregaten zijn;
- open in plaats van gesloten zijn;
- zich in dynamisch evenwicht bevinden, in plaats van statisch zijn;
- dat ze equifinaliteit, in plaats van desorganisatie en desoriëntatie vertonen; dat wil zeggen dat ze op weg zijn naar een door ons (h)erkend doel: het volwassen organisme, niet de dood.

Deze eigenschappen beschrijven weliswaar een aantal aspecten van het levende organisme, doch verklaren of definiëren het leven niet als zodanig. Sommige systemen die een dynamisch evenwicht handhaven en equifinaliteit vertonen, herkennen we als levende systemen. Maar juist het specifieke verschil tussen levende en andere systemen, kan niet door deze generische eigenschappen worden verklaard. We moeten dus weet hebben van andere criteria om het levende systeem van het niet levende te onderscheiden. Het fundamentele probleem hierbij is hoe en op basis van welke criteria wij dat doen!

Tenslotte gaat Von Bertalanffy voorbij aan de vraag, wat hem toestaat het onderscheid te maken tussen systemen met, en systemen

zonder finaliteit. Ook hier geldt weer dat onze herkenning van doelgerichtheid (weliswaar naar analogie met onze eigen ervaring) ons toestaat ook bepaalde niet levende systemen als open en als equifinaal te beschouwen: iets wordt meer of minder als een (open) systeem beschouwd, naar gelang het in meerdere of mindere mate de eigenschappen vertoont, die wij in levende organismen herkennen als kenmerkend voor het "leven".

Aan de isomorfe homologie van Von Bertalanffy ligt dus een fundamentele analogie ten grondslag, die meestentijds impliciet, onuitgesproken blijft. De "Endwert"-formules zijn het gevolg van een proces van abstractie, waarin wordt afgezien van de wezenlijke verschillen tussen organismen en machines. Hardnekkig benadrukt Von Bertalanffy dat hij analogieën afwijst ten gunste van "isomorphismen" of "logische homologieën", omdat hij deze wetenschappelijk waardevoller acht dan gewone "analogieën" [27].

De termen "isomorfisme" en "homologie" zijn wellicht minder wijsgerig belast en minder problematisch dan de term "analogie", maar omdat ze een "identiteit" suggereren, wordt hiermee een fundamentele reductie in de hand gewerkt, waarin de verklaring van een verschijnsel wordt verward met de beschrijving van de voorwaarden voor dat verschijnsel.

Von Bertalanffy tracht de finaliteit als wetenschappelijk concept dus te legitimeren door er een mechanistische interpretatie en verklaring van te geven. Door deze interpretatie denkt hij antropomorfisme en metafysische speculatie te elimineren. Maar binnen de context van de systeemtheorie, kan finaliteit als een specifiek criterium van levende systemen eigenlijk helemaal niet gehandhaafd blijven, omdat het is gedefinieerd als een mathematische kenmerk van alle - dus ook niet levende - open systemen.

De vraag is bovendien of Von Bertalanffy's vaststelling dat "the directedness of a process towards a final state is not a process differing from causality, but another expression of it" [28], binnen het kader van de systeemtheorie - die immers alleen mathematische isomorphismen beschrijft - gerechtvaardigd is. De systeemtheorie onderzoekt immers slechts de formele gelijkenissen tussen systemen, en zegt niets over de causale verbanden van efficiënte of finale aard. Zijn vergelijkingen verklaren het equifinale gedrag niet in termen van werkoorzaken, doch beschrijven het slechts in mathematische termen [29].

De poging van Von Bertalanffy is dus een schoonschijnende illusie. Ze is schoonschijnend omdat mathematische beschrijvingen het teleologische moment niet verklaren. Finaliteit van een systeem wordt in de systeemtheorie voorondersteld, niet verklaard. In de systeemtheorie beschrijft men in mathematische termen een doelgericht systeem (artefact of organisme) dat als zodanig, als doelgericht reeds (h)erkend is. De fundamentele en antropomorfe analogieën die ten grondslag liggen aan de systeemtheorie worden weggemoffeld achter exact-ogende formules.

Op intuïtieve wijze heeft de onderzoeker reeds weet van de aard van zijn object en weet daardoor of het betreffende object wel of niet in termen van doelstrevendheid, ter realisering van een bepaald eindresultaat, beschreven kan en moet worden.

Kortom,

- De systeemtheorie geeft geen wetenschappelijke verklaring van teleologie in oorzakelijke termen, maar slechts een beschrijving van de finaliteit in mathematische termen. Bovendien is haar teleologie-concept niet adequaat, omdat ze teleologie impliciet als terugwerkende oorzakelijkheid opvat.
- Het concept van open systeem is noch voldoende, noch noodzakelijk voor een verklaring van (het finale gedrag van) een levend organisme. Het vooronderstelt juist het levende organisme als paradigmatisch voorbeeld van een open systeem. Von Bertalanffy maakt zich schuldig aan een fundamentele omkering van zaken.
- Von Bertalanffy maakt voortdurend gebruik van teleologische vooronderstellingen, waardoor zijn claim dat hij een "neutrale" verklaring van de finaliteit geeft, niet gerechtvaardigd is. Zijn gehele analyse vooronderstelt juist teleologie!

Bij nadere beschouwing blijkt dus dat in het betoog van Von Bertalanffy, talrijke wijsgerige vooronderstellingen een rol spelen, die alle op één of andere wijze zijn gebaseerd op impliciete en intuïtieve criteria, die hem toestaan een object als levend en/of als doelgericht te identificeren. De fundamentele vraag is dus welke (a priori?) criteria wij hanteren bij het identificeren van een ding als levend, of als doelgericht, en waaraan wij deze criteria ontleen. Eerst willen wij nu de claims van de cybernetica onderzoeken.

### 3.1.2 Cybernetica en Finaliteit

In de systeemtheorie werd finaliteit geïdentificeerd met equifinaliteit, de eigenschap van een systeem om, los van de aanvangscondities, langs verschillende wegen eenzelfde eindtoestand te kunnen bereiken. E.S. Russell noemde dit verschijnsel "plasticiteit".

Een belangrijk bezwaar tegen plasticiteit of equifinaliteit is dat het moeilijk is op basis van deze eigenschap finale systemen van niet-finale te onderscheiden. Immers, niet alle gebeurtenissen waarbij, ongeacht de aanvankelijke omstandigheden, een bepaalde "eind-toestand" langs verschillende wegen bereikbaar is, kan als finaal gedrag worden gekarakteriseerd. Een steen die van de top van een berg in een trechtervormig dal rolt kan ook langs verschillende wegen een zelfde eindtoestand bereiken, ongeacht zijn uitgangspositie. Toch wil niemand aan een steen finaliteit toeschrijven.

Evenmin kan het handhaven van een evenwicht als een doorslaggevend criterium voor finaliteit gelden, omdat ook van vele andere systemen gezegd kan worden dat ze een evenwicht handhaven. Het zonnestelsel en de vloeistofspiegel van een wateroverloop handhaven een dynamisch evenwicht, en toch zal niemand aan deze systemen een doelgerichtheid willen toedichten.

In een belangwekkend artikel van Scheffler (1959), formuleerde deze nog een fundamenteel bezwaar tegen de aanpak van Russell en

Von Bertalanffy. Scheffler merkt op dat de interpretatie van teleologie als equifinaliteit of plasticiteit, geconfronteerd wordt met de zogenaamde "difficulty of goal-failure" [30]. Een bepaald gedrag wordt niet minder teleologisch als door een of andere omstandigheid het doel niet wordt bereikt. Het gedrag van een rat bv. die naar voedsel zoekt maar het niet vindt, is wel degelijk teleologisch gedrag. Ook het gedrag van de mens op zoek naar de waarheid, of dat van een pijl die de roos niet treft, zijn toch voorbeelden van doelgericht, teleologisch gedrag.

Om dit probleem te ondervangen zouden we de expliciete referentie naar het te bereiken doel uit de definitie kunnen weglaten, zo stelt Scheffler, maar dan treft deze interpretatie de zogenaamde "difficulty of multiple goals" [31]. Het wordt dan immers onmogelijk nog te onderscheiden tussen teleologische beschrijving, die resp. wel en niet aanvaardbaar is. Alle denkbare doelen zouden dan als het doel van doelgericht gedrag beschouwd kunnen worden:

If we restrict ourselves merely to an assertion of the plasticity of the behavior [...] it should be a matter of complete indifference [...] whether we describe a cat as crouching [...] in order to catch a mouse or as crouching in order to get some cream [32].

In de analyses van de finaliteit die zich baseren op de cybernetica, werd gepoogd deze problemen ten dele te ondervangen door een extra criterium in te voeren, namelijk, het criterium van regulatie door negatieve terugkoppeling. Sachsse stelt dat het de cybernetica daardoor is gelukt de begrippen "Ganzheit" en "Zielstrebigkeit" "für die Naturwissenschaft klar zu fassen und ihn von Assoziationen zu geheimnisvollen, ausserphysikalischen Kräften zu befreien" [33]. Finaliteit is volgens deze theorie een gevolg van "feedback regulatie", ook "negatieve terugkoppeling" of "tegenkoppeling" genoemd. Tegenkoppelingsregulatie is een vorm van regulatie waarbij een klein gedeelte van de output van een systeem als "informatie" wordt teruggedleid naar het systeem zelf, dat wil zeggen dat de input van een systeem (of van een proces) wordt gewijzigd met behulp van (een deel van) de output, waardoor storing-compenserende correcties kunnen worden uitgevoerd op de output van het systeem, zodat de output op een bepaald niveau, dat als norm wordt gesteld, wordt gehandhaafd (genormaliseerd) [34].

De praktijk van een dergelijke "zelf-regulatie" is in feite reeds zeer oud; zij werd reeds in windmolens toegepast en we vinden haar ook in de "stoomregulateur" van de door James Watt (in 1782) ontwikkelde stoommachine.

Ofschoon de principes van zelf-regulatie reeds in 1868 door Maxwell theoretisch geformuleerd werden, was het de Amerikaanse wiskundige Norbert Wiener (1894-1964) die, nadat hij tijdens de tweede wereldoorlog aan "doelzoekende" systemen had gewerkt, met zijn invloedrijke boek "Cybernetics" (1948), de theoretische grondslag voor de zogenaamde servomechanismen legde. Dit zijn machines die door middel van signaalperceptie en -verwerking zelf-bedienend zijn. Wiener baseerde op het principe van zelf-

regulatie door middel van terugkoppeling ("feedback"), een geheel nieuwe wetenschap, de cybernetica.

In alle vormen van zelfregulatie (bv. thermostaten, servomechanismen en robots) en doelzoekende systemen (zoals torpedos en geleide projectielen) speelt het mechanisme van de negatieve terugkoppeling een fundamentele rol. Tegenkoppeling handhaaft een bepaald evenwicht, zoals ook het verschijnsel elasticiteit doet. Elasticiteit bestendigt een statisch evenwicht, de tegenkoppeling een dynamisch evenwicht. Beide weren zij evenwicht bedreigende afwijkingen af. De tegenkoppeling genereert een oscillatie rondom een norm, of rondom de weg naar een te treffen doel. In de woorden van Wiener: "signals from the goal are used to restrict the output which would otherwise go beyond the goal" [35]. Overigens is tegenkoppelingsregulatie niet alleen een eigenschap van artefacten; men vindt ze ook in de levende natuur, met name in enzymatische, genetische, metabolische, immunologische, hormonale en neuronale processen [36].

De doelzoekende systemen leken een nieuwe interpretatie en revaluatie van de teleologie mogelijk te maken. In zijn boek "Human Use of Human Beings" (1950), licht Wiener deze opvatting toe. Er bestaan, zo schrijft hij, bepaalde analogiën tussen het gedrag van moderne machines (servomechanismen) en de activiteit van levende organismen, die het mogelijk maken doelgericht gedrag te verklaren zonder beroep te doen op wetenschappelijk inadekwate en "question-begging" epithets such as 'purpose', 'life' and 'soul' [37]. Het probleem of een machine levend is of niet, is daarbij, "for our purposes, a semantic one" [38].

Helaas roepen deze semantische kwesties nu juist de belangrijkste wijsgerige problemen op. Dit blijkt reeds uit het feit dat, Wiener, zonder nadere toelichting, de termen "goal" en "purpose" door elkaar gebruikt en daarmee impliciet alle bedenkingen jegens antropomorfe concepten activeert.

Zowel leergedrag als doelgericht gedrag kunnen volgens Wiener slechts tot stand komen op basis van "feedback"-regulatie. Van leergedrag kan gesproken worden telkens als de terugkoppeling van "informatie" in een permanente verandering van het gedrag resulteert.

Wiener initieerde de discussie over een mogelijke herwaardering van de teleologie vooral met zijn artikel "Behavior, Purpose and Teleology" [39]. Daarin behandelt hij de finaliteit in termen van "feedback" regulatie en pretendeerde het teleologieprobleem wetenschappelijk op te lossen. Opvallend is dat hij, ondanks zijn poging om doelgericht gedrag in termen van "feedback"-mechanismen te verklaren, toch vasthoudt aan een teleologische terminologie. Zo stelt hij dat, ofschoon het begrip van "purpose" binnen de wetenschap nogal in diskrediet is geraakt, het gebruik van teleologische begrippen zoals "purpose", de analyse van doelgericht gedrag van machines en organismen aanzienlijk vergemakkelijkt: "the adoption of a teleological approach simplifies the analysis of goal-directed behavior" [40]. Deze aanpak impliceert echter geenszins een filosofisch geloof in doelloorzaken [41].

Integendeel. Wiener verdedigt een louter behavioristische theorie van de finaliteit, dat wil zeggen een theorie waarin op geen enkele wijze een beroep gedaan wordt op de interne structuur van het te onderzoeken systeem: "It omits the specific structure and intrinsic organisation of the object" [42]. Als de term "purpose" enige wetenschappelijke relevantie wil hebben, dan moet dat-gene wat men doel noemt, herkenbaar zijn "from the nature of the act", en niet op basis van een analyse van, of speculatie over, de inwendige structuur van het systeem gepostuleerd worden. Dit methodologisch uitgangspunt heeft als belangrijk gevolg dat levende wezens in dit opzicht geen aparte status hebben:

In other words if the notion of purpose is applicable to living organisms, it is also applicable to non-living entities when they show the same observable traits of behavior [43].

Ten behoeve van zijn analyse onderscheidt Wiener nu de volgende vormen van gedrag. Op de eerste plaats is er het onderscheid tussen "passief" en "actief" gedrag. In tegenstelling tot passief gedrag is er bij actief gedrag sprake van impulsen uit het systeem zelf. Vervolgens onderscheidt hij bedoeld ("purposeful") en doelloos ("purposeless") actief gedrag. Bedoeld gedrag kan beschouwd worden ("may be interpreted") als zijnde "gericht op het bereiken van een doel", terwijl doelloos gedrag niet doelgericht is [44].

Sommige machines, zoals een roulette en een klok, zijn niet "purposeful", omdat ze nu eenmaal "voor doelloosheid" of "randomness" ontworpen werden. Andere apparaten, zoals servomechanismen, zijn daarentegen "intrinsically purposeful" [45].

Actief gedrag kan vervolgens nog worden onderscheiden in "feedback" of "teleologisch" en "non-feedback" of "niet-teleologisch" [46]. De noodzakelijke voorwaarde van ieder doelgericht gedrag is de aanwezigheid van negatieve terugkoppeling: "All purposeful behavior may be considered to require negative feedback [47]. Deze noodzakelijke vereiste wordt door Wiener geleidelijk aan tot een noodzakelijke en voldoende vereiste gemaakt. Het beginsel dat doelgericht gedrag terugkoppeling behoeft, impliceert volgens hem blijkbaar dat doelgericht gedrag hetzelfde is als door terugkoppeling gereguleerd gedrag: "Teleological behavior thus becomes synonymous with behavior controlled by negative feedback" [48]. Een beroep op het "vage begrip doelloorzaak" is niet meer nodig, omdat "purposefulness, as defined here, is quite independent of causality, initial or final" [49].

### 3.1.2.1 Kommentaar en Conclusie

Wieners analyse roept veel vragen op. De voornaamste hiervan zijn:

- is zijn behavioristische analyse consistent?
- is zijn onderscheid tussen doelgericht en doelloos gedrag voldoende eenduidig?
- is zijn claim dat teleologie verklaard kan worden in termen van "feedback"-regulatie te rechtvaardigen?



1) Op de eerste plaats gaat Wiener er vanuit dat hij een behavioristische analyse geeft. Referentie naar inwendig causale relaties is voor hem onnodig. Maar bij nader inzicht klopt dit niet. Voortdurend verwijst Wiener, impliciet of expliciet, naar de inwendige structuur van zijn objecten. Zo veronderstelt het concept van "feedback" wel degelijk een model van een systeem-inwendige keten van oorzakelijkheidsrelaties. Het lijkt me onmogelijk om het begrip van negatieve terugkoppeling in te voeren zonder beroep te doen op een zekere kennis van de interne structuur van een systeem. Overigens blijkt Wiener dit in de volgende passage toe te geven: "Cybernetics takes the view that the structure of the machine or of the organism is an index of the performance that may be expected from it" [50]. Hier is wel degelijk sprake van een expliciete verwijzing naar de structuur van het object.

Ook veronderstelt Wiener meer over de aard van doelgerichte dingen dan hij laat blijken. Zo gaat hij bv. uit van de volgende vooronderstellingen:

- doelgerichte dingen zijn systemen, niet louter aggregaten;
- de analyse van doelgerichte dingen kan slechts gebeuren als men reeds "weet" hoe men doelgerichte van niet-doelgerichte dingen van elkaar kan onderscheiden;
- de inwendige structuur bevat "feedback"-mechanismen, waardoor servomechanismen en organismen wel, doch bv. het zonnestelsel of een wateroverloop niet als te onderzoeken objecten relevant zijn.

Een discussie van deze belangrijke punten laten Wiener et al. in het midden. Een impliciete vooronderstelling met betrekking tot de aard van het systeem, blijkt ook uit zijn opmerking, dat teleologie het tegengestelde is, niet van determinisme, maar van "non-teleology". Hoe men een uitspraak kan doen over het al dan niet deterministische karakter van een systeem of proces zonder (impliciete) referentie naar oorzakelijkheidsverbanden in het systeem, is niet duidelijk. Wiener zegt bv. wel dat "Both teleological and non-teleological systems are deterministic when the behavior considered belongs to the realm where determinism applies" [51]. Maar de cardinale vraag is juist, waar dit concept wel en waar het niet van toepassing is. Op basis van welke criteria besluiten we ertoe een proces of systeem al dan niet gedetermineerd te noemen, en wat bedoelen we daarmee? Deze belangrijke kwesties laat Wiener volkomen in het midden [52]. Maar hier liggen juist de belangrijke wijsgerige voetangels.

Al met al, wordt de pretentie van een behavioristische analyse dus niet waargemaakt. Wiener doet voortdurend een beroep op kennis van de inwendige structuur van het systeem. Ook Taylor (1950), de belangrijkste criticus van Wiener, maakte bezwaar tegen diens zogenaamde behavioristische analyse. Het behavioristische uitgangspunt behelst:

that the criteria of purposiveness are to be found wholly in observable behavior [... But] this supposition is utterly doubtful and the authors themselves do not and can not abide by it [53].

Naast Taylor, wees ook Wimsatt op de tekortkomingen van de behavioristische analyses van Wiener et al. [54]. Het is niet mogelijk alleen op basis van het uiterlijk gedrag te bepalen of het onderzochte systeem "feedback-loops" heeft. Hoe kan men onderscheid maken tussen doelgerichte systemen die niet over "feedback"-mechanismen beschikken en niet-doelgerichte systemen, zoals bv. een zich richtende kompasnaald [55]? Zowel open systemen met "steady state equilibrium" als gesloten systemen met "feedback-control", vertonen het "goal-directed behavior" dat wordt gekenmerkt door equifinaliteit en compensatie. Het is dus onmogelijk om alleen op basis van het gedrag te besluiten dat "feedback"-regulatie in een bepaald systeem aan de orde is. Daarvoor is kennis omtrent de interne structuur van het systeem nodig [56].

2) Op de tweede plaats, gaat ook Wieners zogenaamde revaluatie van het teleologieconcept niet op.

a) Uit zijn gehele betoog en uit zijn voortdurend gebruik van de termen "purpose" en "purposiveness", blijkt allereerst dat ook hij impliciet intentionaliteit als noodzakelijke voorwaarde voor teleologie beschouwt, en (daardoor) het probleem van de teleologie herleidt tot het probleem van de "terugwerkende causaliteit".

b) Bovendien zijn Wieners onderscheidingen vaag en veel te algemeen. Neem zijn definitie van doelgericht gedrag als dat gedrag dat

may be interpreted as directed to the attainment of a goal - i.e., to a final condition in which the behaving object reaches a definite correlation in time or in space with respect of another object or event [57].

Als men deze definitie serieus neemt, dan zouden alle soorten van gedrag en beweging als "purposeful" gekarakteriseerd kunnen worden: vroeg of laat bereiken ze allemaal wel een bepaald punt dat aan Wieners definitie voldoet. Een klok komt ooit tot stilstand, een rivier bereikt de zee, en een vallende steen treft iets of iemand. Elke relatieve rusttoestand kan worden beschouwd als een "final condition" en daarom, overigens geheel arbitrair, als een doel [58]. Ook de dood zou als het doel van een levend organisme kunnen worden beschouwd, hetgeen toch duidelijk onjuist is. Ook Jonas komt tot de conclusie dat, op basis van het behavioristische uitgangspunt van Wiener, "all behavior is purposeful - by the terms of the [Wieners] definition" [59]. Deze consequentie kan natuurlijk nooit door Wiener zijn bedoeld. Integendeel, hij wil juist uitdrukkelijk doelgericht-, van niet-doelgericht gedrag onderscheiden. Het was juist om te vermijden dat ook vallende stenen, roulettes en klokken als "purposeful" zouden worden beschouwd dat Wiener het concept van de terugkoppeling invoerde. Immers, een teleologisch gedrag is gedrag dat door negatieve terugkoppeling gecontroleerd wordt.

c) Wieners onderscheid tussen teleologisch- en niet-teleologisch gedrag is aanvechtbaar. Sommige machines, zoals een roulette en een klok, zijn, zo deelt hij mee, niet "purposeful". De roulette is niet "Purposeful", omdat "it is designed for purposelessness". Andere machines, zoals servomechanismen, zijn echter wel "intrinsically purposeful".

De kritiek van Taylor is hier belangrijk. Deze stelt dat in geen van genoemde voorbeelden het doel intrinsiek genoemd kan worden. Al deze apparaten zijn immers "designed for some human purpose": een roulette om onvoorspelbare "eind-punten" te bereiken, een torpedo om een voorspelbaar "eind-punt" te bereiken. In beide gevallen echter is het doel extern en niet intrinsiek. Het instrument waarmee de torpedo op zijn "goal" blijft georiënteerd, is weliswaar ingebouwd in de technische constructie, doch dit betekent natuurlijk niet, dat de torpedo "has purposiveness of its own". Een torpedo is niet intrinsiek doelgericht. Het tuig heeft slechts een ingebouwd "doel-zoekend" systeem, dat bestuurd wordt door een "feedback"-mechanisme. De uitdrukking "doel-zoekend" ("target seeking") is metaforisch, omdat zo stelt Taylor, de torpedo "niet letterlijk zijn doel zoekt"; hij reageert eenvoudigweg op signalen die door de "target" worden uitgezonden in een "complex nexus of causes and effects" [60]. Het door Wiener gemaakte onderscheid tussen doelgericht en niet-doelgericht gedrag is derhalve niet terecht en is het gevolg van het feit dat de auteurs een impliciet criterium van doelgerichtheid gebruiken. Ook Jonas merkte op dat

there is a strong and almost irresistible tendency to interpret human functions in terms of the artifacts that take their place, and artifacts in terms of the replaced human functions [61].

De cybernetische verklaring van teleologisch gedrag is naar zijn mening onhoudbaar. Als een mens een doel bereikt, dan ervaart hij dat als zodanig, getuige het feit dat, als het doel niet bereikt wordt, hij onderhevig is aan gevoelens van teleurstelling. Bij een "goal-seeking machine" is hiervan geen sprake. Indien het "zijn" doel mist, mist het "ons" doel!

Om de veelvuldige kritiek op hun formulering van het onderscheid tussen doelgerichte en niet-doelgerichte objecten te onderwerpen, gaven Wiener et al. in hun artikel van 1950 [62], nog een aantal aanvullende criteria. Een doelgericht object dient onder meer deel van een groter systeem te zijn, en bovendien dient zijn doelgericht gedrag bestuurd te zijn door een verwerking van boodschappen uit zijn omgeving.

Het eerste criterium voorkomt naar zijn mening, dat een klok en een roulette tot doelgerichte systemen gerekend worden, en het tweede criterium, dat vallende stenen als doelgericht beschouwd worden. Deze aanvullende criteria vereisen echter wel degelijk een kennis van de interne structuur van het systeem, en kunnen ook op niet als doelgericht beschouwde objecten van toepassing verklaard worden.

3) Op de derde plaats is Wieners vaststelling, dat teleologisch gedrag synoniem is met door terugkoppeling gereguleerd gedrag, niet te rechtvaardigen. Wiener laat zijn aanvankelijke restrictie, dat doelgericht gedrag terugkoppeling behoeft, vallen, en doet tenslotte de veel sterkere uitspraak, dat doelgericht gedrag hetzelfde is als door terugkoppeling gereguleerd gedrag. In de loop van zijn betoog identificeert hij doelgericht gedrag met "feedback"-gereguleerd gedrag. Hij wil dus niet slechts aantonen dat doelgericht gedrag "feedback"-mechanismen vereist ("require"), maar hij stelt dat teleologisch gedrag "feedback"-geregeld gedrag IS ("synonymous with")! Hierbij begaat hij de denkfout, uit "A vereist B" te concluderen dat "A is B".

Zodoende reduceert Wiener doelgericht gedrag tot "feedback"-gereguleerd gedrag, dat op geheel mechanisch-causale wijze verklaard kan worden. De cybernetische theorie herleidt de teleologie tot werkoorzakelijkheid en pretendeert doelgerichte processen te beschrijven in termen van "feedback", "terug-koppeling" en "regelkring". Evenals Von Bertalanffy komt ook Wiener tot de conclusie dat teleologie niet verschilt van causaliteit, maar er slechts een andere uitdrukking van is.

In het reeds genoemde artikel van 1959, opperde Scheffler een fundamenteel bezwaar tegen de aanpak van Wiener. De interpretatie van teleologisch gedrag als "feedback"-gereguleerd gedrag, strandt, volgens hem, op de zogenaamde "difficulty of the missing goal-object" [63]. Zoals Wiener stelde, behoeft alle doelgericht gedrag negatieve "feedback" regulatie, op basis van signalen die een "goal-object" uitzendt. Maar niet alle doelgericht gedrag wordt geleid door een "goal-object". Dit blijkt bv. uit het gedrag van iemand die iets zoekt dat er niet (meer) is: "his behavior is clearly purposive and yet is not guided by signals emitted from a goal object" [64]. Deze moeilijkheid geldt niet alleen voor het intentionele gedrag van de volwassen mens, maar ook het niet-intentionele gedrag van dieren of babies. Immers een rat die een handel drukt, om voedsel te verkrijgen doet dat niet omdat hij signalen van het voedsel ontvangt. Het voedsel hoeft niet eens aanwezig zijn. Evenmin roept een baby om zijn moeder, omdat het signalen van de moeder ontvangt; die moeder kan wel buitenshuis zijn. Ook een pijl gaat niet af op zijn doel, omdat dit signalen uitzendt. Dus het "feedback"-concept faalt om alle gevallen van teleologisch gedrag op adequate wijze te karakteriseren [65].

4) Op de vierde plaats is de aanpak van Wiener niet adequaat, omdat zijn hele discussie is ingebed binnen een impliciet teleologische kontekst.

a) In zijn poging doelgericht gedrag in termen van "feedback" te verklaren, verwijst hij voortdurend naar servomechanismen, die juist ontworpen zijn om menselijke doeleinden te verwezenlijken. Omdat we in staat zijn systemen te maken, die ons eigen doelgericht handelen nabootsen, meent hij doelgerichtheid in het algemeen, op mechanisticistische wijze te kunnen verklaren. Maar evenmin als we op basis van het feit dat we "denkende" computers kunnen bouwen, mogen concluderen dat de menselijke geest niets meer

is dan een computer, mogen we op basis van de mogelijkheid om doelzoekende mechanismen te construeren, besluiten dat alle teleologie niet meer is dan cybernetische causaliteit.

Daarenboven is, zoals Ehring in dit verband heeft opgemerkt, de verklaring van teleologisch gedrag met behulp van "feedback", circulair.

The analysis requires in one way or another the notion of 'good working order,' but this notion can only be fully understood by reference to 'goal-directed activity.' So the price of this analysis is circularity [66].

b) De terugkoppelings-regulatie veronderstelt de handhaving van een of andere norm. De tegenkoppeling handhaaft een door een norm bepaald gedrag in een dynamisch evenwicht, tegen allerlei invloeden die afwijkingen van die norm dreigen te veroorzaken [67]. Ook hier wordt dus een teleologische kontekst voorondersteld, dat wil zeggen een kontekst waarin, al dan niet expliciet geformuleerde, criteria het normale gedrag van een systeem mede besturen.

Ook Jonas stelde de vraag of het concept van "feedback" het concept van "purpose" kan funderen: "It amounts to the question whether the technical condition for purposive action can itself constitute purpose" [68]. Op deze retorische vraag antwoordt Jonas ontkennend. Immers, pas binnen het kader van een doel kan een terugkoppelingsmechanisme zijn corrigerende activiteit uitvoeren. Doel en doelstelling worden door dit regulatiemechanisme voorondersteld. De "feedback" bewaakt een norm, die eerst geformuleerd dient te worden binnen het kader van een wijdere doelstelling [69]. Slechts binnen dit teleologisch kader is "feedback"-regulatie te begrijpen.

c) Tenslotte is er sprake van een impliciete referentie naar een teleologische kontekst doordat Wiener en de zijnen vooronderstellen dat hun lezers de betekenis van termen als "doel" en "doelgericht" intuïtief reeds kennen, begrijpen, invoelen, dat wil zeggen op intuïtieve wijze weet hebben van wat "doel" in en door hun zelf-ervaring betekent.

Samenvattend, kan derhalve gesteld worden dat Wieners cybernetische verklaring van de teleologie niet adequaat is omdat:

- zijn behavioristische analyse niet consistent is, en het probleem van de teleologie niet kan oplossen,
- zijn opvatting van teleologie als een vorm van terugwerkende causaliteit niet adequaat is,
- zijn onderscheid tussen doelgericht en doelloos gedrag onvoldoende eenduidig is, en teleologie tot een alomtegenwoordig verschijnsel zou maken,
- zijn claim dat teleologie identiek is met "feedback" regulatie niet te rechtvaardigen is,
- zijn gehele analyse impliciet finaliteit vooronderstelt.

Noch de systeemtheoretische, noch de cybernetische verklaring van finaliteit is dus adequaat: de expliciete eliminatie van finaliteit door een herleiding tot mechanische causaliteit is slechts

mogelijk door de impliciete verwijzing naar teleologische concepten.

Het niet-overtuigende, inadekwate, want hybride karakter van deze analyses ontstaat, doordat deze enerzijds expliciet elke referentie naar het doelbewuste handelen van de mens afwijzen, doch anderzijds er impliciet een beroep op moeten doen om überhaupt betekenis te geven aan termen, die in de analyse worden gebruikt.

Door de poging om teleologie in termen van "steady state" of "feedback" te verklaren, maken Von Bertalanffy en Wiener zich met andere woorden schuldig aan een reductionistische omkering: nadat men eerst een bepaald gedrag van een systeem of machine heeft beschreven in termen van "purpose", wordt vervolgens alle teleologie verklaarbaar beschouwd met behulp van eigenschappen van het systeem of de machine. Zo is het correct servomechanismen (op analoge wijze) teleologisch te noemen, maar het is niet te rechtvaardigen om teleologie servomechanisch te verklaren. De "blinde vlek" die aan deze omkering ten grondslag ligt, betreft de verwaarlozing van het herkennings-moment.

Het probleem voor zowel de systeemtheoretische als de cybernetische "behavioristische" interpretatie van de teleologie is namelijk te weten welke systemen men als "doelgericht" kan en moet identificeren. Is deze identificatie eenmaal geschied (op basis van bepaalde criteria), dan is een beschrijving c.q. verklaring in termen van "steady state" of "feedback" uiterst nuttig. Maar primair is het probleem van de identificatie van bepaalde systemen als teleologisch georganiseerde systemen; secundair is het probleem van de beschrijving resp. verklaring van dit functionele gedrag in causale termen.

De fundamentele vraag is hierbij de aard en de herkomst van de criteria die bij de identificatie een rol spelen. Hierbij komt het fundamentele probleem van de "subsumptie" aan de orde, dat wil zeggen de vraag naar de rechtvaardiging van het subsumeren van een bepaald geval onder een regel of een criterium, een probleem dat ook door Kant werd onderkend. Met andere woorden, hoe weten we dat een bepaald systeem als zelf-regulerend en/of doelgericht beschouwd mag worden [70].

Tenslotte kan men zich afvragen, waarom teleologische verklaringen (bv. in de biologie) nodig zijn, als men toch alles met behulp van mechanisch causale mechanismen kan verklaren. Op deze vraag zullen we in het volgende hoofdstuk ingaan.

### 3.3 Wetenschapsfilosofische benadering van Teleologieprobleem

In de voorgaande beschouwingen werd het probleem van de teleologie besproken in een ontologische kontekst, dat wil zeggen dat de vraag werd gesteld naar de aard van de doelgerichtheid als echte kenmerkende eigenschap van bepaalde (namelijk doelgerichte) systemen (organismen en servomechanismen). We zagen dat verschillende auteurs probeerden om het doelzoekende ("goal-seeking") gedrag van organismen en servomechanismen te verklaren met behulp van het concept van zelf-regulatie, zonder beroep te doen op concepten als "doelbewustheid" (purpose, goal-intention).

De hieronder te behandelen wetenschapsfilosofen trachtten, op basis van deze analyses, een herleiding van teleologische verklaringen tot causaal-nomologische verklaringen te bewerkstelligen. De behoefte hiertoe liet zich onder meer gevoelen doordat in de biologie het gebruik van teleologische verklaringen onvermijdelijk leek. In de biologie worden functionele uitspraken namelijk zeer frekwent gebruikt. Zo zegt men bv. dat de functie van het hart is bloed door het lichaam te pompen, of dat chlorofyl dient voor de omzetting van water en koolzuurgas tot suiker. Bovendien wordt in de biologie veelvuldig gebruik gemaakt van uitdrukkingen als "ten behoeve van", "omwille van", "om te", "teneinde", "met het doel", die alle suggereren dat bepaalde dingen gebeuren ten behoeve van een toekomstig doel, dat op een of andere wijze het gedrag van het onderzochte object verklaart. Zo zegt men bv.: "Het doel van deze rat is voedsel te vinden", of: "De voortplanting geschiedt omwille van de instandhouding van de soort", of: "De cellulaire verbranding geschiedt ten behoeve van de energievoorziening".

Teleologische en functionele verklaringen blijken in de biologie onmisbaar te zijn. Zelfs in de meest "wetenschappelijke" van alle biologische disciplines, de moleculaire biologie, is het onmogelijk om niet over functies (van DNA, RNA etc) te spreken [1].

De vraag die wetenschapsfilosofen bezighoudt is echter, of zogenaamde teleologische verklaringen de biologie tot een autonome wetenschap maken, dat wil zeggen of biologische (teleologische) verklaringen sui generis zijn. Wil men de biologie als een echte wetenschap (blijven) beschouwen, dan moet op één of andere wijze de teleologische verklaring als een echt wetenschappelijke verklaring kunnen worden gerechtvaardigd. De wetenschapsfilosofische aanpak van het teleologieprobleem van auteurs als Braithewaite, Nagel, Hempel en Stegmüller wil door logische analyses de legitimiteit van teleologische verklaringen onderzoeken. De vraag hierbij is niet (op de eerste plaats), of de onderzochte systemen (organismen of mechanismen) doelgericht en daarom teleologisch verklaarbaar zijn, maar of teleologische verklaringen wetenschappelijk adequaat en legitiem zijn. Daartoe tracht men teleologische uitspraken te neutraliseren door ze in termen van de deductief-nomologische beweringen te vertalen. De claim van genoemde auteurs is dus dat finaliteit en teleologische verkla-

ringen kunnen worden herleid tot causaal nomologische verklaringen. Deze claim gaat gepaard met de overtuiging dat een finalistische beschouwingswijze een antropomorfe, en dus wetenschappelijk onaanvaardbare natuuropvatting impliceert, terwijl een causale beschouwingswijze dat niet doet.

In tegenstelling tot auteurs zoals Nagel en Hempel, die trachtten aan te tonen dat de biologie geen autonome wetenschap is, omdat de teleologische verklaring te herleiden zou zijn tot een causaal nomologische, hebben wijsgerig-biologen als Canfield, Lehman, Beckner, Wimsatt, Ruse en Ayala, juist getracht het bijzondere karakter van de biologie aan te tonen, door de onvermijdelijkheid en noodzaak van teleologische taal in de biologie te beklemtonen. Functionele en teleologische verklaringen zijn volgens hen niet, zonder betekenisverlies, tot het DN-model te herleiden.

Het zal duidelijk zijn dat de voorgestelde antwoorden op deze vraag afhankelijk zijn van de opvattingen van de betreffende auteurs over wat wel of niet "echte" wetenschap, en wat wel of niet wetenschappelijk adequaat en legitiem is. Vandaar dat hun verhandelingen over teleologie meestal zijn ingebed in een wijder wetenschapsfilosofisch perspectief [2]. Eerst zullen de opvattingen van eerstgenoemde wetenschapsfilosofen, daarna die van de niet-reductionisten, aan een kritische analyse onderworpen worden.

### 3.3.1 Reductie van Teleologische Verklaring tot DN-model

In zijn omvangrijke werk "Probleme und Resultaten der Wissenschaftstheorie" (1969), houdt Stegmüller zich uitvoerig bezig met een analyse van de teleologische verklaring [3]. De teleologische beschouwingswijze is een "Deutung der Realität und das Weltgeschehen unter dem Zweckgesichtspunkt" [4]. In een teleologische verklaring wordt "das gegenwärtiges Geschehen durch Bezugnahme auf künftige Zustände und Vorgänge" verklaard, dat wil zeggen dat gebeurtenissen op tijdstip  $t_0$  verklaard worden in termen van gebeurtenissen op latere tijdstippen  $t_n$  [5]. Hij noemt de teleologische verklaring dan ook een "a-fronte Erklärung", in tegenstelling tot de "a-tergo Erklärung", die een mechanistische verklaring is.

Stegmüller begint zijn analyse met een fundamenteel onderscheid tussen "formele Teleologie" en "materiële Teleologie". Formele teleologie is een methodologische aangelegenheid, en maakt geen ontologische claims. De materiële teleologie betreft de aanwezigheid van "finale Notwendigkeit" in de natuur. In sommige gevallen zijn "Zielen oder Zwecken" echt aanwezig, in andere gevallen zijn ze slechts schijnbaar aanwezig. De eerste soort vat Stegmüller samen onder de term "echte materiele teleologie", de tweede noemt hij "schijnbaar materiële teleologie" [6].

Echte materiële teleologie treffen we aan in het doelbewuste handelen van de mens. Stegmüller beschouwt teleologie van het doelbewuste handelen als een vorm van efficiënte causaliteit, waarbij motieven als werkoorzaken optreden. De echte materiële



teleologie vormt dus voor hem geen probleem [7]. De werkoorzakelijkheid blijkt hij volkomen onproblematisch te vinden.

Van "scheinbare materiale Teleologie" spreekt Stegmüller als er sprake is van een "zielgerichtetes Verhalten das nicht zielintendiert ist oder von nicht zwecksetzender Art ist" [8]. Deze vorm van teleologie dient volgens hem metaforisch gezien te worden; in zijn eigen woorden, gaat het hier om een "Als-Ob-Betrachtung", om een "façon de parler". Volgens hem is het juist deze schijnbare teleologie die de grootste problemen heeft opgeroepen.

Het is dan ook de taak van de wetenschapsfilosoof om - zonder beroep te doen op niet-empirische en metafysische voorstellingen van verborgen werkzame doelstellende krachten - een "neutrale" (dat wil zeggen vrij van teleologische uitdrukkingen) analyse te geven "in 'harmloser' Weise nach dem deduktiv-nomologischen oder dem statistische Schema" [9].

De voornaamste wetenschapsfilosofen die zich met het probleem van de wetenschappelijke status van de teleologische verklaring hebben beziggehouden, zijn Braithewaite, Hempel en Nagel. Braithewaite poogde, uitgaande van het "plastische" gedrag, zoals door E. Russell beschreven, de wetenschappelijke adekwaatheid van teleologische verklaringen te rechtvaardigen door het bestaan van zogenaamde teleologische wetten te poneren. Hempel en Nagel daarentegen probeerden om, uitgaande van het model van "cybernetische zelf-regulatie", (van Wiener en Von Bertalanffy) teleologische verklaringen in termen van het causaal-nomologische model te herformuleren.

### 3.3.2 Braithewaite, Hempel en Nagel

Volgens Braithewaite [10], Hempel [11] en Nagel [12] dient de wetenschap de verschijnselen van onze ervaringswereld niet alleen te beschrijven, maar ook te verklaren [13]. Een verklaring is "any proper answer to a 'Why?' question" [14]. Zij verschaft "intellectual satisfaction". Een dergelijke voldoening kan evenwel op verschillende manieren worden bereikt. Reeds in de aard van de vraag ligt vaak besloten welk soort antwoord we als adequaat zullen ervaren. Zo kunnen we bv. "waarom-vragen" onderscheiden, die een "request for a sufficient condition [...] [or] for a necessary condition of the explanandum-event" inhouden [15]. De antwoorden op dergelijke vragen beginnen doorgaans met woorden zoals "omdat", "because of". Vooral in de fysica en de chemie wordt dit type van verklaring als intellectueel bevredigend ervaren.

Er zijn echter twee soorten van "omdat"-verklaringen: sommige (zoals in de natuurkunde) zijn van deductief-nomologische aard, andere van inductief-statistische aard. In het deductief-nomologische model (DN-model) wordt, op deductieve wijze, uit het explanans (uitgedrukt in een premis die een algemene wet verwoordt) het explanandum (uitgedrukt in de conclusie) afgeleid [16]. De causale verklaring is een speciaal type van dit DN-model (DCN-verklaring).

Volgens het "inductief statistisch model" (IS-model) wordt een gebeurtenis verklaard door beroep te doen op "statistische wetten" die, in tegenstelling tot "algemene wetten", de gebeurtenis niet bepalen, doch deze slechts waarschijnlijk of aannemelijk maken [17].

Beide typen van verklaring zijn "nomologische verklaringen" en zijn in staat een gebeurtenis met mindere of meerdere zekerheid te voorspellen; zij hebben "predictive power".

Een verklaring is alleen dan wetenschappelijk, indien ze aan een empirische toets kan worden onderworpen. En omdat het voorspellende vermogen van de nomologische verklaring een dergelijke toets mogelijk maakt, kan deze als wetenschappelijk legitiem worden beschouwd.

Er zijn echter ook "waarom-vragen" - met name in de biologische wetenschappen - die slechts op bevredigende wijze kunnen worden beantwoord met een zogenaamde "teleologische verklaring". Deze verklaringen beginnen met woorden als "opdat" ("in order that") [18], en omschrijven het doel omwille waarvan de gebeurtenis plaatsvindt.

De functionele verklaring is een vorm van de teleologische verklaring, dat wil zeggen "explanation not by reference to causes which 'bring about' the event in question, but by reference to ends which determine its course" [19]. M.a.w. ze beschrijft welke rol een bepaald deel van het organisme speelt in, en welke bijdrage het levert aan, de handhaving en/of ontwikkeling van het geheel [20].

Welnu, teleologische verklaringen zijn wijsgerig problematisch vanwege hun referentie naar een toekomstige stand van zaken [21]. Anders dan in de intentionele handeling, mag, met betrekking tot natuurlijke gebeurtenissen, een latere gebeurtenis niet als oorzaak van een eerdere gebeurtenis beschouwd worden. Hierdoor zou men namelijk "endow nature with human desires and volitions" [22]. Als gevolg beperkt zich het probleem van de teleologie tot de gevallen van niet doel-bewuste gedragingen:

The difficulty about the future reference occurs then in all teleological explanations which are not reducible to explanations in terms of a conscious intention to attain a goal [23].

De meeste biologen zullen dit onderschrijven, maar houden desalniettemin vast aan het gebruik van teleologische verklaringen, zonder zich daarom noodzakelijkerwijze tot antropomorfisme te bekennen. Teleologische of functionele verklaringen vooronderstellen dus klaarblijkelijk niet het bestaan van "latent purposes, aims, objectives or goals", laat staan van entelechie, in de onderzochte objecten [24].

Op de vraag hoe die problematische teleologische verklaringen wetenschappelijk te rechtvaardigen zijn, geven Braithwaite, Hempel en Nagel ieder hun eigen antwoord; we zullen deze antwoorden afzonderlijk behandelen.

### 3.3.2.1 Braithwaite: Teleologische Wetten

Volgens Braithwaite is het de functie van de wetenschap "to establish general laws covering the behavior of the empirical events or objects" [25]. Fundamenteel in de wetenschap is derhalve het begrip van wetenschappelijke wet. Welnu, zo stelt Braithwaite, de enige functie van wetenschappelijke wetten is, onze empirische kennis zo te organiseren dat deze zowel intellectuele bevrediging geeft als het vermogen het onbekende te voorspellen [26]. Braithwaite wil een verklaring geven van de aard van teleologische verklaringen

which will resolve the philosophical difficulty about the apparent determination of the present by the future, without either contravening the usual determination principles of science or reducing all biological laws to those of chemistry and physics [27].

Hij tracht dit te doen door, naast het bestaan van causale wetten, ook het bestaan van teleologische wetten aan te tonen.

Braithwaite maakt hiertoe gebruik van het concept "plasticiteit", in de zin die E.S. Russell aan die term had gegeven [28]: het vermogen van het organisme om onder verschillende omstandigheden d.m.v. alternatieve gedragingen een bepaald doel te bereiken [29]. Niet alleen de eindtoestand, maar het gehele proces bepaalt het teleologische gedrag. Braithwaite acht hierbij de mate van verscheidenheid van de omstandigheden waaronder een organisme zijn doel daadwerkelijk bereikt, minder belangrijk dan de verscheidenheid van mogelijke causale verklaringen die men ervoor kan geven:

It is the size of the variancy rather than the number of possible causal chains that is significant in analysing teleological explanation [...] This variancy [...] is the range of circumstances under which the system attains the goal [30].

Maar, zo stelt Braithwaite, het moet hier wel gaan om de "causally relevant factors in the system's environment or field". Deze noemt hij de "field-conditions" [31].

We kunnen deze variantie volgens hem op inductieve manier afleiden uit de kennis van verleden gevallen waarbij een bepaalde combinatie van "field conditions" tot een bepaald doel bleek te leiden.

Volgens Braithwaite beschrijven teleologische wetten dus eigenlijk plasticiteitsverschijnselen. Alleen indien een causale verklaring van het systeem niet mogelijk is, kan een teleologische verklaring intellectueel bevredigend zijn. Deze intellectuele bevrediging is des te groter naarmate wij, met betrekking tot een bepaald geval, vaker beroep kunnen doen op verleden ervaringen met vergelijkbare teleologische processen.

Teleological laws [...] assert that there is a causal chain connecting the determining and the determined events which holds under a wide range of conditions, i.e. that the system in question has a large variancy; and that this variancy or plasticity has not been deduced from non-teleological [...] laws but has been established inductively by observation" [32].

Deze teleologische wetmatigheden maken de teleologische verklaring mogelijk en bovendien wetenschappelijk legitiem [33]. Doorslaggevend blijkt voor Braithwaite te zijn dat teleologische wetten voorspellingen mogelijk maken, hetgeen tenslotte de belangrijkste functie van een wetenschappelijke wet en de daarop gebaseerde verklaring is:

It seems ridiculous to deny the title of explanation to a statement which performs both of the functions characteristic of scientific explanations of enabling us to appreciate connections and to predict the future [34].

Zowel de causale als de teleologische verklaring voldoen aan deze eisen, mits ("IF!") toegepast op het respectievelijk relevante domein van verschijnselen [35].

### 3.3.2.2 Nagel

Terwijl Braithwaite de autonomie van teleologische wetten wilde redden, stelde Nagel zich radicaler op. Hij trachtte de teleologische verklaringen te rechtvaardigen, door ze tot het DN-model te herleiden. Volgens hem zijn teleologische uitspraken zonder betekenisverlies te herformuleren in niet-teleologische uitspraken, waarin uitdrukkingen als "purpose", "in order to" en "for the sake of", niet meer voorkomen. Dus "teleologische en niet-teleologische uitdrukkingen zijn, althans "in an important sense", equivalent [36]. Wat we onder die "in belangrijke zin" precies dienen te verstaan, maakt Nagel overigens niet voldoende duidelijk.

Volgens Nagel kan de uitspraak "de functie van chlorofyl is de fotosynthese en dus de vorming van suiker", op adequate wijze worden vertaald in de uitspraak "in groene planten is de aanwezigheid van chlorofyl een noodzakelijke voorwaarde voor de fotosynthese". Deze laatste uitspraak bevat geen teleologische uitdrukkingen meer:

The above teleological account of chlorophyll in its expanded form, is simply an illustration of an explanation that conforms to the deductive model, and contains no locution distinctive of teleological statements [37].

Er is, volgens Nagel, slechts sprake van een verschil in perspectief: de teleologische verklaring legt de nadruk op de "gevolgen"

van een bepaald deel of proces voor het geheel, terwijl de niet-teleologische vertaling de nadruk legt op de "voorwaarden" waaronder het geheel zich hand\_haapt:

The difference between a teleological explanation and its equivalent non-teleological formulation is thus comparable to the difference between saying that Y is an effect of X, and saying that X is a cause or condition of Y [...] In brief, the difference is one of selective attention, rather than of asserted content [38].

Toch ziet Nagel zelf een bezwaar tegen een dergelijke vertaling. Immers, indien beide formuleringen inderdaad equivalent zijn, dan is het ook toegestaan niet-teleologische beweringen uit de fysica in teleologische te vertalen [39]. Een dergelijke vertaling zou in fysische kring echter op grote weerstand stuiten. Dit bezwaar echter gaat, volgens Nagel voorbij aan het feit dat het doelgericht karakter van organische systemen niet is te ontkennen: "It is because living things exhibit in varying degrees adaptive and regulative structures and activities, while the systems studied in physical sciences do not" [40]. Biologische systemen hebben immers het vermogen tot zelf-regulatie, dat wil zeggen dat een biologisch systeem, ondanks het optreden van storingen, d.m.v. kompensatiemechanismen bepaalde waarden kan handhaven, waardoor het zich, ondanks aanzienlijke wijzigingen in hun omgeving in een bepaalde toestand tracht te handhaven [41]. In tegenstelling tot organismen en servomechanismen die wel die eigenschap vertonen, ontbreekt die in de meeste louter fysische verschijnselen (bv. het zonnestelsel).

Thus because the solar system [...] does not tend to persist in some integrated pattern of activities in the face of environmental changes, and because the constituents of the system do not undergo mutual adjustment so as to maintain this pattern in relative independence from the environment, it is preposterous to ascribe any function to the sun or to the solar radiation [42].

Ofschoon Nagel doelgerichtheid in niet-teleologische termen wenst te verklaren, geeft hij dus in beginsel toe dat bepaalde systemen onmiddellijk als doelgericht herkend worden.

Desalniettemin stelt hij dat men een "neutrale" analyse van doelgericht gedrag kan geven zonder daarbij het bestaan van "purposes" te veronderstellen. Om deze stelling te staven, verwijst hij naar het bestaan van servomechanismen die, door middel van "feedback" regulatie, in staat zijn om het "doelgericht" gedrag van organismen na te bootsen [43]. Doch geeft Nagel enige aarzel-ling te kennen:

Whether 'purposes' can also be imputed to such physical systems is perhaps doubtful, though the question in a large measure is a semantic one [...] and not relevant to the present discussion [44].

De belangrijke wijsgerige vraag naar de betekenis van het begrip "doel", wordt hier echter buiten beschouwing gelaten.

### 3.3.2.3 Hempel

Hempel neemt een meer gematigd standpunt in dan Nagel. Evenals Braithewaite en Nagel is hij de mening toegedaan dat, wil de teleologische verklaring als wetenschappelijk adequaat worden beschouwd, deze een referentie naar wetten behoeft [45]. Ook hij wil teleologische uitspraken in termen van niet-teleologische vertalen. In tegenstelling tot Nagel meent Hempel echter dat de verklaringswaarde van een functionele verklaring beperkt is, omdat het niet mogelijk blijkt de functionele uitspraak zonder meer in het deductief schema van het DN-model te vertalen. Er zijn talloze voorbeelden te geven die aantonen dat een functionele eigenschap niet noodzakelijk, maar slechts voldoende is voor het voortbestaan van het organisme. Dit blijkt o.a. uit het feit dat organismen tijdens de evolutie verschillende oplossingen gevonden hebben om eenzelfde functioneel probleem op te lossen. Zo werd het probleem van de zuurstofvoorziening opgelost door de ontwikkeling van bv. de huidademhaling, de tracheeën, de kieuwen en de longen ("principle of multiple solutions") [46]. Als gevolg hiervan voldoet het DN-model, waarbij de premissen altijd de noodzakelijke voorwaarde van de conclusie zijn, niet: "Thus, functional analysis surely does not account in the manner of a deductive argument for the presence of the particular item that it is meant to explain" [47]. Dit verklaart trouwens waarom het voorspellende vermogen van de functionele analyse nogal beperkt is [48]. Een adequate herleiding van teleologische uitspraken tot het DN-model, is volgens Hempel dan ook niet mogelijk.

Omdat teleologische verklaringen in de biologie toch een belangrijke rol blijken te spelen, zoekt hij naar een andere weg, om teleologische uitspraken te rechtvaardigen. Een functionele verklaring kan slechts dan wetenschappelijk worden gerechtvaardigd, als deze (impliciet of expliciet) is gebaseerd op het principe van zelfregulatie. Hiermee lijkt hij te suggereren dat een puur formele en logische benadering van het teleologieprobleem onmogelijk is, en dat de teleologische verklaring slechts gerechtvaardigd kan worden binnen het kader van de ontologische vooronderstelling dat er zelf-regulerende systemen bestaan.

A formulation proposed as a hypothesis for self-regulation can serve as a basis for explanation or prediction, [but] only if it is sufficiently definite to permit objective empirical tests [...] If a precise hypothesis of self-regulation for systems of a specified kind is set forth, [only] then it becomes possible to explain, and to predict categorically, the satisfaction of certain functional requirements simply on the basis of information concerning antecedent needs; and the hypothesis can then be objectively tested by an empirical check of its predictions [49].

Ondanks deze, althans impliciete, erkenning van onherleidbaar functionele verbanden, leidt dit bij Hempel niet tot de erkenning van doelloorzaken die het tegenwoordig gedrag zouden bepalen:

what accounts for the present changes of a self-regulating system is not the 'future event', but rather the present disposition of s to return to R; and it is this disposition that is expressed by the hypothesis of self-regulation governing the system s [50].

Het begrip van zelf-regulatie heeft, naar zijn opvatting, allerminst een teleologisch karakter. Het gedrag van zelf-regulerende systemen kan immers probleemloos, door gebruik te maken van het begrip van "feedback", verklaard worden in termen van algemeen oorzakelijke wetten [51], dat wil zeggen zonder beroep te doen op enige teleologische terminologie.

Om deze stelling kracht bij te zetten, stelt Hempel dat het begrijpen van het zelf-reguleringskarakter van een apparaat geenszins veronderstelt dat men weet heeft van de wijze waarop het is ontstaan. Om te verklaren waarom een artifact als een zelfregulerend mechanisme werkt, moeten we "refer to the construction of the machine and to the laws of physics, not to the intentions and beliefs of the designer" [52]. Weliswaar geeft dergelijke kennis de mogelijkheid van een "psychologisch-genetische" en/of "historisch-genetische" verklaring van het ding, maar verklaart het functioneren zelf niet.

Hempel merkt overigens terecht op dat allerlei sleutelbegrippen, die in de functionele analyse steeds weer optreden, nader gepreciseerd dienen te worden. Zo refereren functie-uitspraken, impliciet of expliciet, altijd naar een "status of functioning properly". Dit vraagt echter om "criteria of what constitutes 'proper working' or 'normal functioning'" [53]. De functie wordt dus beoordeeld aan de hand van een bepaald criterium of een bepaalde norm. Begrippen zoals "proper functioning", "survival", "healthy" en "normal" dienen derhalve een duidelijke operationele definitie te krijgen. Men dient duidelijke en objectieve criteria aan te geven, op grond waarvan een bepaald functioneren beoordeeld wordt [54].

Het is een verdienste van Hempel dat hij erop gewezen heeft dat een functie-uitspraak dus tevens een evaluatieve uitspraak is. De wetenschapper heeft de taak om die normatieve criteria op objectief en intersubjectief geldige wijze vast te stellen. Slechts dan kan een functionele verklaring wetenschappelijk adequaat zijn [55].

Hieruit blijkt dat Hempel, in tegenstelling tot Nagel, wel degelijk het belang van de semantische analyse beseft. Desondanks ziet hij geen doorslaggevende redenen om aan de functionele analyse een "character sui generis" toe te schrijven. Hij vindt functionele uitspraken vooral belangrijk vanwege hun heuristisch karakter. Het gebruik van functionele verklaringen biedt een

programm [...] for research guided by certain heuristic maxims or working hypotheses, [...] and] a programme of inquiry aimed at determining the respects and the degrees in which various systems are self-regulating [56].

### 3.3.3 Kommentaar en Conclusie

De pogingen van Braithewaite, Hempel en Nagel tot een herformulering van functionele verklaringen in DN-verklaringen lijken mij, ondanks hun merites, niet adequaat, en wel om de volgende, hieronder nader uit te werken, redenen:

- ze zijn blind voor de impliciet teleologische vooronderstellingen van hun eigen analyses.
- ze doen, in het DN-model, geen recht aan het evaluatieve moment van de functionele verklaring.
- DN-verklaringen zijn zelf impliciet teleologisch.

Laten we beginnen met het eerste punt.

1) De verklaring van een finalistisch gebeuren door DN-verklaringen is gebaseerd op impliciete voorkennis omtrent dit gebeuren, dat op intuïtieve wijze reeds als doelgericht gedrag werd herkend.

a) Braithewaite beriep zich op de analyse van E.S.Russell, maar we zagen reeds daar, dat de door Russell genoemde criteria, aan de hand waarvan men doelgericht van niet-doelgedrag kan onderscheiden niet voldoen, omdat ze het onderscheid tussen teleologische en niet-teleologische systemen en processen reeds vooronderstellen. Ook naar beneden rollende stenen en slingers zouden volgens die criteria teleologische processen zijn.

Hetzelfde geldt voor Braithwaites begrip van variantie. Deze variantie bestaat in "the range of circumstances under which the system attains the goal" [57]. We zagen echter dat Braithwaite hierbij alleen de "relevante" omstandigheden, die hij de "field-conditions" noemde, bedoelt. Maar het is duidelijk dat alleen "voorkennis" omtrent het teleologisch gedrag van het systeem bepaalt wat wel en wat niet als relevant beschouwd moet worden.

Dit wordt ook duidelijk uit de stelling van Braithewaite dat zowel de causale als de teleologische verklaring intellectuele bevrediging schenken en voorspellingsvermogen bezitten, mits ("IF" !) toegepast op hun respectievelijk relevante domein van verschijnselen. De relevantie van een domein wordt echter bepaald door een intuïtieve voorkennis van wat wel, en wat niet tot doelgerichtgedrag moet worden gerekend! Bij nader inzien schuilt in het woordje "mits" juist het probleem. Hoe weet men dat een bepaald gedrag in termen van teleologische wetten beschreven mag worden? Hoe herkent men plastisch gedrag? Een herkenning van plasticiteit is op basis van louter gedrag niet mogelijk. Voor iemand die zich louter "objectief" opstelt is er geen reden om aan te nemen dat een naar beneden rollende steen in de richting van een trechtervormig dal, en een naar de zee stromende rivier, niet doelgericht is, terwijl het gedrag van een naar beneden slulpende



kat dat wel zou zijn. Hier is duidelijk een probleem van demarcatie: dat wil zeggen, waar ligt de grens tussen doelgerichte en niet-doelgerichte systemen? Dit is een probleem dat nauwelijks op inductieve wijze op te lossen valt. Hier stuiten we opnieuw op het probleem van de identificatie, van de herkenning van het teleologische. Op basis van welke impliciete en intuïtieve criteria doen we dat?

b) Ook in het betoog van Nagel speelt dit probleem. Volgens Nagel is het verschil tussen teleologische en niet-teleologische verklaringen slechts een verschil van perspectief. Het eventuele bezwaar dat men hiertegen zou kunnen opwerpen, namelijk dat men dan ook causale verklaringen in teleologische zou mogen omzetten, trachtte hij te ondervangen met het argument dat dit bezwaar voorbij gaat aan het feit dat organische systemen nu eenmaal doelgericht ("goal-directed") zijn, terwijl de meeste louter fysische systemen, zoals bv. het zonnestelsel, dat niet zouden zijn. Maar een onbevooroordeeld waarnemer zou ook het gedrag van de planeten als doelgericht kunnen karakteriseren, zoals overigens in de loop van de geschiedenis ook gedaan is. Dergelijke uitspraken zijn dus gebaseerd op talrijke vooronderstellingen, al naar gelang het wereldbeeld en de wetenschappelijke opvattingen van een bepaalde tijd. Nagels positie is slechts zinvol binnen de context van ons hedendaags wetenschappelijk wereldbeeld, waarin reeds beslist is waar wel en waar niet over zelf-regulatie cq. doelgerichtheid gesproken mag worden.

Of een slinger een "goal-directed" systeem genoemd kan worden, omdat het voortdurend naar een evenwicht streeft, is een kwestie van definitie, zo stelde Nagel. Het is echter niet vanwege de definitie dat slingers worden uitgesloten, maar het is juist omdat dergelijke systemen moeten worden uitgesloten, omdat we ze niet (meer) als doelgericht herkennen, dat de definitie wordt (bij)gesteld! Het feit dat men zich bovendien kan afvragen of de betreffende definitie adequaat is om deze taak van uitsluiting te volbrengen, wijst ook op de werkzaamheid van impliciete selectiecriteria (normen) in dit proces van herkenning.

Nagel geeft overigens ook toe dat, in een bepaald opzicht, de teleologische verklaring meer betekent dan de niet-teleologische vertaling,

for the former presupposes, while the latter normally does not, that the system under consideration is directly organized [... but] this 'surplus-meaning' can always be expressed in non-teleological language [58].

Ofschoon Nagel doelgerichtheid dus in niet-teleologische termen wenst te verklaren, geeft hij in beginsel toe dat bepaalde systemen onmiddellijk als doelgericht herkend worden. Hij stelde immers, dat mits ("if!") aan de voorwaarde is voldaan dat

such systems are analysable as directly organized ones in the sense of the above definition, [...] [then] the characteristics that ostensibly distinguish such systems from those not goal-directed can be formulated entirely in nonteleological language [59].

Een dergelijke selectie kan dus slechts geschieden op basis van een voorkennis waarmee we het doelgerichte karakter van een object herkennen, resp. aanvaarden. Waaruit dus moge blijken dat Nagel, door de keuze van paradigmatische objecten, wel degelijk, op impliciete wijze, een teleologische kontekst vooronderstelt. De apodictische stellingname van Nagel dat

such [teleological] explanations, together with all assertions about the contexts of their use, are translatable into logically equivalent non-teleological formulations [60]

wordt hierdoor sterk afgezwakt. Omdat Nagel het doelgerichte karakter van bepaalde systemen vooronderstelt, is zijn analyse ook niet een puur epistemologische, doch maakt hij ontologische claims. Ook Hempel suggereerde dat een puur formele benadering van het teleologie-probleem niet adequaat kan zijn, doch alleen binnen het kader van ontologische vooronderstellingen kan worden gerechtvaardigd. Een functionele verklaring kan immers alleen worden gerechtvaardigd, indien zij (impliciet of expliciet) is gebaseerd op het principe van zelfregulatie.

We zagen reeds dat Nagel de vraag naar de betekenis van "doel" liet liggen. Hij noemde die vraag "in a large measure a semantic one [...] and not relevant to the present discussion" [61]. Hij wenst de vraag naar de betekenis van het begrip "doel" dus buiten beschouwing te laten. Maar de meest belangrijke wijsgerige vraag is juist de semantische, dat wil zeggen de vraag naar de betekenis van het begrip "doel". En trouwens, als dit dan slechts een semantische kwestie is, waarom dan zoveel tijd verspild aan de poging de term "doel" te vermijden? Hempel wees overigens wel, op het belang van semantische analyse.

Wellicht komt het probleem van de teleologische vooronderstellingen het scherpst tot uiting in de door Nagel verwoorde opvatting dat cybernetische systemen "slechts" het menselijke gedrag nabootsen. De term "nabootsen" ("simulate") toont nu precies het probleem, waar hier zo gemakkelijk overheen wordt gezien: wij herkennen in het gedrag van organismen en in sommige artificiële systemen, een doelgerichtheid en beschouwen dit, identificeren het, herkennen het als nabootsing van ons eigen gedrag. De basis van de gehanteerde analogie is dus duidelijk niet primair het servomechanisme, maar onze eigen ervaring van een doelstrevend wezen te zijn. Wij construeren servomechanismen (en "denkende" computers) omdat wij in staat zijn ons eigen doelgericht gedrag (in zekere mate) in machines na te bootsen. Doch Nagel keert de relatie tussen mens en machine om: ons vermogen machines te bouwen toont volgens hem aan dat er geen scherpe grens is tussen teleologische en niet-teleologische processen:

that there is no sharp demarcation setting of teleological organisations, often assumed to be distinctive of living things, from the goal-directed organisations of many physical systems [...] and this] offers strong sup-

port for the view that the teleologically organized activities of living organisms and of their parts can be analysed without requiring the postulation of purposes or goals as dynamic agents [62].

Dit argument is echter duidelijk onjuist: de menselijke intentie, die tenslotte verantwoordelijk is voor het ontstaan van deze doelgerichte machines, wordt immers verdonkeremaand door alleen naar de mechanische constructie van het systeem te kijken. Hoe een machine werkt kan men slechts begrijpen vanuit het doel dat de mens zich gesteld heeft bij het ontwerpen van die machine. Het feit dat doelzoekende machines kunnen worden geconstrueerd, impliceert niet dat alle teleologische gedrag op mechanische wijze kan worden verklaard. Het bestaan van servomechanismen bewijst wellicht wel dat ook in de dode stof reeds tendenzen aanwezig zijn die, indien op de juiste wijze georganiseerd, tot teleologisch gedrag aanleiding geven. Er is klaarblijkelijk geen onoverbrugbare kloof tussen het organische en anorganische, doch dat betekent niet dat het onderscheid niet wezenlijk zou zijn.

Zijn analyse verschaft volgens Nagel een positief antwoord op de vraag, of het mogelijk is teleologisch gedrag te verklaren zonder beroep te doen op "purposes and goals as dynamic agents" [63]. Maar als dit al mogelijk is, dan alleen nadat eerst op intuïtieve en impliciete wijze een onderscheid is gemaakt tussen systemen die wel en systemen die niet voor een dergelijke analyse in aanmerking komen: het zonnestelsel niet, servomechanismen en organismen wel. Expliciet wordt de referentie naar "doel" dus weliswaar uit de weg gegaan, doch dit is slechts mogelijk doordat op basis van impliciete criteria, die uiteindelijk wel degelijk hierop beroep doen, wel en niet relevante factoren zijn geselecteerd. We worden dus opnieuw geconfronteerd met de fundamentele vraag naar de aard en de herkomst van deze impliciete criteria. De identificatie van doelgerichtheid is niet een louter empirische kwestie. Zij roept het probleem van subsumptie op, zoals reeds door Kant werd gezien. Ook Stegmüller suggereert dat hij dit probleem ziet: Hij merkte op dat uit de analyses van Hempel en Nagel blijkt dat

bei der Versuch die funktionelle Erklärung [...] in einer nichtteleologischen Sprechweise auszudrücken, scheinen wir in eine missliche Alternative hineinzugeraten: das Argument wird entweder logisch inkorrekt oder es benützt eine empirische unhaltbare Annahme [64].

Samenvattend, kan men stellen dat bij de pogingen om teleologische verklaringen tot deductief-nomologische verklaringen te reduceren, zich een aantal steeds weer terugkerende vragen voordoet, die alle slechts beantwoord kunnen worden op basis van een intuïtief onderscheid tussen doelgericht en niet-doelgericht gedrag: dat wil zeggen op basis van teleologische vooronderstellingen ten aanzien van het object dat als doelgericht wordt gekarakteriseerd. Deze vragen zijn:

- Welke delen van zogenaamde systemen behoren wel en welke niet tot die systemen?
- Welke delen van het systeem zijn "causaal relevant"?
- Hoe beoordeelt men relevantie?
- Op basis van welke impliciete criteria selecteert men?

Geen enkele van deze vragen ontkomt aan het feit dat de nomologische verklaring reeds een teleologisch perspectief vooronderstelt. Uit het feit dat men het nodig acht een hypothese omtrent de zelf-regulatie van het systeem te poneren, treedt het impliciete teleologische karakter van de herformulering duidelijk aan het licht. Dit brengt ons tot het tweede punt van kritiek op de wetenschapsfilosofen die poogden teleologische verklaringen tot DN-verklaringen te herleiden.

2) Er dient gewezen te worden op de relatie tussen het normatief perspectief van functiebeschrijvingen en teleologische uitspraken. Aan het evaluatieve moment van de functionele verklaring wordt in het DN-model geen recht gedaan.

In dit verband is het zinvol te wijzen op het betoog van Hempel, die zeer juist opmerkte dat functie-begrippen een norm vooronderstellen. In alle functie-analyse is van normaal, adequaat, naar behoren functioneren van het systeem sprake ten behoeve van het overleven ervan. Daartoe moeten criteria van normaliteit worden aangegeven. Ook Stegmüller deelt de opvatting dat slechts wanneer het gelukt op objectieve en intersubjectieve wijze een standaard voor normaliteit vast te stellen, de functionele verklaring als wetenschappelijk bruikbaar kan worden beschouwd [65]. Hiermee suggereren zij dus dat een functionele uitspraak tegelijk ook een evaluatieve uitspraak is! Ook Lehman benadrukte dit feit:

What is implied in the statement that an organism is functioning properly? [...] It is to say that its activity satisfies a certain standard or norm [...] It is a judgement. It is in reference to standards that the activity of an organism is judged to be functioning properly or not [66].

Dit inzicht werd nader uitgewerkt door Wimsatt (1972). Deze wijst er op dat de functie-terminologie het domein van zowel het functionele als het disfunctionele betreft. Men kan van iets niet zeggen dat het niet functioneert tenzij men een norm voor ogen heeft. Welnu, een norm wordt op zijn beurt slechts gesteld binnen het perspectief van een doel:

It seems reasonable to suggest that any evaluative standard, is constructed to serve some purpose [...] and] to regard the attainment of a purpose as a standard for the comparison of the contributions of the operation of an entity [...] So] an end or purpose constitutes a perspective of what the system is doing [67].

Het is juist de (impliciete of expliciete) referentie naar normen, en daardoor naar doelen, die een kenmerkende eigenschap is van

teleologische uitdrukkingen. Dit evaluatieve moment van functionele verklaringen vormde voor verschillende (wijsgerig) biologen de reden om de analyse van Nagel af te wijzen, omdat in de DN-vertaling van dit evaluatieve moment, volgens hun mening niets overblijft. Over hun bijdragen aan de discussie zullen we in het volgende hoofdstuk spreken.

3) Tenslotte laat het zich beargumenteren, dat de DN-verklaring zelf reeds impliciet teleologisch is. Immers eerst binnen het perspectief van de kennis over het te verklaren gegeven probleem - dat als een effect van een oorzakenreeks wordt opgevat - dat immers uitgangspunt voor onderzoek is en in de verklaring als eind-conclusie van een argument verschijnt, kan men relevante van niet-relevante factoren, voldoende van noodzakelijke voorwaarden, condities van oorzaken, onderscheiden. Als zodanig functioneert het gegeven explanandum dus als een "doeloorzaak" van het explanans, in het licht waarvan de relevantie van de verklarende oorzaken en voorwaarden wordt beoordeeld en net zolang "bijgesteld" totdat het te verklaren gegevene er als de logisch-noodzakelijke conclusie uit voortkomt.

Er zijn diverse redenen om te geloven dat DN-verklaringen impliciet teleologisch zijn:

a) Op de eerste plaats wordt het onderscheid tussen randvoorwaarden en oorzaken, en het onderscheid tussen relevante en niet relevante oorzaken, bepaald door kennis van het explanandum en door een intuïtieve notie omtrent de "ware aard" van het te onderzoeken object, waardoor we het als het object van onderzoek herkennen. De bioloog weet, op basis van een intuïtieve kennis van het leven, levende van niet levende objecten te onderscheiden, ook al is er, naar de mening van vele biologen, geen exacte definitie van "leven" te geven. Zo worden ook doelgerichte van niet doelgerichte systemen onderscheiden, zonder dat een adequate en toereikende definitie daarvan mogelijk is.

b) Bovendien is een verklaring impliciet teleologisch, omdat het explanandum als een gegeven beschouwd wordt, terwijl de rechtvaardiging voor de gegevenheid ervan impliciet wordt gelaten. Zo wenst men bv. een verklaring te geven van het doelgerichte gedrag van een organisme of van een mechanisme, maar de redenen op basis waarvan het betreffende object als doelgericht wordt beschouwd, blijven buiten beschouwing.

In de wetenschappelijke analyse gaan we dus onvermijdelijk finaal te werk, niet alleen doordat we verklaringen zoeken opdat we iets begrijpen of opdat we iets kunnen voorspellen of opdat we iets kunnen beheersen, maar reeds in de methode van het onderzoek zelf doordat we naar oorzaken zoeken die het betreffende verschijnsel verklaren.

## Conclusie

De poging van Braithewaite, Hempel en Nagel tot herformulering van functionele verklaringen in DN-verklaringen is dus niet adequaat, omdat

- impliciete vooronderstellingen van teleologische aard op allerlei niveaus van de analyse een belangrijke rol spelen,
- aan het evaluatieve moment van de functionele verklaring in het DN-model geen recht wordt gedaan.
- omdat DN-verklaringen zelf impliciet teleologisch zijn.
- en tenslotte, omdat zij het model van homeostasis als paradigmatisch voorbeeld van een teleologisch systeem beschouwen, vatten zij het probleem van de teleologie klaarblijkelijk op als het probleem van terugwerkende causaliteit.

Maar ondanks het feit dat de functionele verklaring niet in overeenstemming is te brengen met de wetenschappelijk verantwoorde deductief-nomologische verklaring, kan zelfs door de sceptici niet worden bestreden dat deze verklaring desondanks een belangrijke rol speelt in de biologische wetenschappen, al was het slechts als heuristisch principe om het onderzoek te leiden naar een nomologisch fysisch-chemische causale opheldering van functionele systemen. Verschillende biologen wezen op het onherleidbare van de teleologische verklaring, maar wensten desalniettemin haar wetenschappelijk karakter te handhaven en daardoor tevens de autonomie van de biologie te rechtvaardigen. Tot hun opvattingen wenden wij ons nu.

## BIOLOGIE EN TELEOLOGIE

"Teleology is a lady without whom no biologist can live - but he is ashamed to be seen with her in public."

(Davis,1961)

"Biologists have learned to live with a kind of schizophrenic language, to describe behavior of organisms as if they were somehow purposive, yet at all the while intending that they are highly complicated mechanisms."

(Lenoir,1982)

"Evolutionary theory breathes new life into teleology."

(Falk,1981)

#### 4.1 Inleiding

Onder (wijsgerig-georiënteerde) biologen duurt de discussie, of functionele uitspraken wel of niet teleologisch zijn, en of teleologische verklaringen wel of geen adequate wetenschappelijke verklaringen zijn, nog steeds voort. Dit geeft aan, dat het probleem van de teleologie in de biologie allerminst door het Darwinisme voor eens en altijd zou zijn opgelost, zoals velen ons willen doen geloven.

Uit de dagelijkse praktijk blijkt dat teleologische taal node gemist kan worden in biologische beschrijvingen.

Teleological thinking has been steadfastly resisted by modern biology. And yet, in nearly every area of research biologists are hard to pressed to find language that does not impute purposiveness to living forms [1].

Zelfs in de meest "wetenschappelijke" van alle biologische disciplines, de moleculaire biologie, is het onmogelijk om niet over functies (van DNA, RNA etc.) te spreken [2].

In de voorgaande hoofdstukken kon men zien hoe de pogingen om teleologische uitspraken en verklaringen te legitimeren steeds weer met dezelfde moeilijkheid te kampen hadden: wat is het criterium, of welke zijn de criteria op grond waarvan teleologische systemen van niet-teleologische systemen onderscheiden kunnen worden. Alle processen waarbij een systeem, een bepaalde "eindtoestand" bereikt, ongeacht de beginomstandigheden en de wegen waarlangs het eindresultaat bereikt wordt, zouden als finaal gedrag moeten worden gekarakteriseerd. Gebleken is dat noch het antwoord van de systeemtheorie noch het antwoord van de cybernetica voldoen. Zelf-regulatie door feedback en plasticiteit van het gedrag zijn noch noodzakelijk, noch voldoende om teleologisch gedrag te karakteriseren en/of te verklaren. Ze sluiten enerzijds systemen uit die men als teleologisch wil beschouwen, en anderzijds sluiten ze systemen in die men niet als teleologisch wenst op te vatten. Niet alle gedrag dat plasticiteit vertoont, zoals de val van een steen, een slinger, het zonnestelsel wordt als teleologisch beschouwd, en niet alle teleologische systemen bezitten feedback-regulatie [3]. Uit het feit dat we de inadekwaatheid van deze concepten kunnen beoordelen, blijkt overigens dat we een intuïtieve notie van teleologie hanteren.

Omdat zowel het criterium van plasticiteit als dat van negatieve feedback tekort schoten, werd naar andere criteria gezocht



om teleologie te karakteriseren. Deze werden gezocht in het concept van "selectie" uit de evolutietheorie en van "programma" uit de informatietheorie.

Hull stelt vast dat "evolutionary theory plays a central role in any new analyses of teleology" [4]. Dit is nu op zijn minst verrassend te noemen, als men bedenkt dat dezelfde Hull schrijft dat "it was evolutionary theory that administered the 'coup de grace' to nineteenth century teleology" [5]. Nu zou de evolutietheorie het teleologieconcept moeten rechtvaardigen. Wimsatt bv. zegt: "Only by denying that evolution has occurred as a result of selection processes [...] could teleology be eliminated from biology" [6]. Werd het Darwinisme vroeger beschouwd als een theorie die had afgerekend met de teleologische beschouwingswijze in de biologie, nu wordt de evolutietheorie gebruikt om het onvermijdelijke teleologische karakter van de biologie en haar onherleidbaarheid tot het mechanisticistische programma te rechtvaardigen. Zo stelde Falk, dat "Evolutionary theory breathes new life in teleology" [7]. We zullen deze nogal paradoxaal lijkende ontwikkeling hieronder aan een kritische beschouwing onderwerpen.

#### 4.2 Teleologische Verklaring in de Biologie

Ofschoon verschillende auteurs de wetenschappelijke adekwaatheid van functionele verklaringen betwijfelen, blijken deze toch vele biologen te bevredigen, en zijn de meesten ervan overtuigd dat deze vorm van verklaring wel degelijk een wetenschappelijke status heeft.

De klaarblijkelijke onvermijdelijkheid van teleologische verklaringen in de biologie is voor velen de reden om de autonomie van de biologie te bepleiten. In tegenstelling tot auteurs als Nagel en Hempel, die trachten aan te tonen dat de biologie geen autonome wetenschap is omdat de teleologische verklaring te herleiden zou zijn tot een causaal nomologische, trachten (wijsgerig-georiënteerde) biologen als Canfield, Lehman, Beckner, Wimsatt, Ruse, Ayala, Hull en Mayr, juist het bijzondere karakter van de biologie aan te tonen, door de onvermijdelijkheid of noodzaak van teleologische taal in de biologie te beklemtonen.

Ze geven verschillende argumenten om aan te tonen dat met name de reductiepoging van Nagel e.a. geen steek houdt.

1) Hull [8] en Lehman [9] beweren dat de veronderstelling van Nagel dat de functie van een bepaald orgaan een "noodzakelijke voorwaarde" voor het organisme is, niet juist is, omdat veel functies hooguit een "voldoende voorwaarde" representeren. Bovendien is het volgens Hull niet juist om functies te identificeren met effecten, zoals in het DN-model wordt verondersteld.

2) Ruse [10] verklaart dat de veronderstelling van Nagel, dat een functie-uitspraak de doelgerichtheid van het systeem vooron-

derstelt, onjuist is. Volgens hem, geldt veeleer het omgekeerde.

3) Canfield [11] en Lehman [12] beweren dat functionele verklaringen wel degelijk een adequate verklaring geven, maar niet, omdat zij het BESTAAN van een item verklaren, zoals in het DN-model wordt gesuggereerd, maar doordat ze de rol van het item binnen het geheel verklaren. Ook Beckner [13] en Wimsatt [14] zijn een dergelijke opvatting toegedaan.

In tegenstelling tot Beckner, Wimsatt, Canfield en Lehman, menen Ayala, Ruse, Hull en Wright [15] dat de functionele verklaring wel degelijk ook een verklaring geeft van het BESTAAN van de functionele entiteit, omdat de functie bijdraagt tot een adaptief voordeel in de strijd om het bestaan met andere organismen. Genoemde auteurs rechtvaardigen deze stelling door beroep te doen op het principe van de natuurlijke selectie.

4) Wimsatt en Beckner stellen dat functionele uitspraken in de biologie niet te vermijden zijn, omdat ze nu eenmaal deel uitmaken van een meer omvattende theorie, (de evolutietheorie), waarin impliciet of expliciet naar doeleinden verwezen wordt. Ook Ayala, Ruse, Hull en Wright rechtvaardigen het wetenschappelijke karakter van de functionele en/of teleologische verklaring door een beroep op de evolutietheorie [16].

Functionele en teleologische verklaringen zijn volgens deze auteurs niet, zonder betekenisverlies, tot de causaal-mechanistische verklaringen van de fysica en de chemie te herleiden.

Teleological explanations constitute patterns of explanation that apply to organisms while they do not apply to any other kind of objects in the natural world. [...] although teleological explanations are compatible with causal accounts, they cannot be reformulated in non-teleological form without loss of explanatory content. [They] cannot be dispensed with in biology, and are therefore distinctive of biology as natural science [17].

Herleiding van teleologische verklaringen tot het DN-model, zoals Hempel en Nagel voorstelden, is naar de mening van deze biologen niet adequaat, omdat daarmee het fundamentele karakter van de teleologische verklaring verloren gaat. Biologische beschrijvingen verwijzen namelijk enerzijds naar een norm, en anderzijds naar een toekomstig doel.

#### 4.2.1 De Teleologische Dimensie van Functies

Om deze zaak te verhelderen, maakte Beckner (1969), een onderscheid tussen drie verschillende soorten van teleologische uitspraken:

1) "intention-ascriptions", ("Jan loopt hard om de trein te halen");

2) "goal-ascriptions", ("het doel van de rat is voedsel te vinden");

3) "functional-ascriptions", ("de functie van het hart is bloed door het lichaam te pompen"). De gemeenschappelijke noemer van deze drie soorten is hun verwijzing naar de betrokkenheid op een "doel". De eerste twee uitspraken vermelden expliciet een doel, terwijl de laatste uitspraak de betrokkenheid op een doel impliciet laat [18].

Ook volgens Ruse verklaart een functionele verklaring iets door referentie naar een toekomstige stand van zaken. Immers,

to explain the eyes in terms of their function, seeing, is to explain the cause, the eyes, in terms of the effect, the seeing [...] In a very real manner, biologists do get explanatory understanding by reference to the future [19].

Deze referentie naar de toekomst maakt van de functionele verklaring een teleologische, die niet in het "conditionele" model van de DN-verklaring kan worden vertaald. Overigens is deze referentie naar de toekomst geen reden om aan de functionele en teleologische verklaringen het predikaat "wetenschappelijk" te onthouden. Deze referentie kan namelijk met behulp van het principe van de natuurlijke selectie geheel conform het wetenschappelijke programma worden verklaard.

Ook Wimsatt benadrukt deze referentie naar een toekomstig doel van de functionele verklaring:

Attribution of function play an explanatory role as teleological explanations; they help to explain why the functional entity is present and has the form that it does [...] [referring to] the contribution to the fitness of an evolutionary unit, which is a purpose [20].

Byerly (1979), voert nog een ander argument aan op basis waarvan de functionele verklaring als een teleologische verklaring beschouwd moet worden. De op de evolutionaire theorie gebaseerde functionele verklaring is een

special case of holistic explanation in which we seek understanding of the parts in terms of their relationships to a structural whole [...] Teleological explanations explain in that they show the relevance of an item in a system to the overall organisation of the system in the special sense of contributing to the maintenance of that system or some system of which it is a part [...] The whole is epistemological prior to the parts even though the whole may be temporarily and causally subsequent to its parts [21].

De onherleidbaarheid van teleologische uitspraken binnen de biologie werd ook verdedigd op basis van het feit dat functie-uitspraken impliciet naar een norm refereren. De impliciete verwijzing naar een doel in de functionele verklaring komt ook tot uit-

drukking in het feit dat biologen de functie van een orgaan of van een proces vaak beoordelen in termen van "proper functioning" of "dysfunctioning", waarbij dus gerefereerd wordt naar een of andere standaard, die als criterium dient bij de beoordeling. Functionele uitspraken doen een beroep op "gepastheid" ("appropriateness"), hetgeen de verwijzing naar een norm suggereert.

Lehman geeft de volgende definitie van een functionele verklaring: de functie van X is Y indien Y "een noodzakelijke voorwaarde is van het juiste functioneren van het organisme", en "X de oorzaak is van Y" [22]. De bewering dat een organisme goed functioneert, impliceert dat men verwijst naar een of andere standaard [23].

Elke functie-uitspraak is dus een al of niet verhulde teleologische uitspraak, omdat in elke functie-uitspraak impliciet of expliciet wordt gerefereerd naar een doel. Bij "proper functioning" wordt dit doel nagestreefd en min of meer bereikt; bij "dysfunctioning" wordt het nagestreefd maar niet bereikt, bij "malfunctioning" wordt het niet eens meer nagestreefd.

Lehman beweert zelfs dat functionele verklaringen verhulde waarde-oordelen zijn. Een functionele uitspraak is een "judgement", want "the notion of a standard of proper functioning reflects values" [24]. Ook Wimsatt wijst op het evaluatieve karakter van de functionele verklaring [25]. In laatste instantie gebeurt de beoordeling van de functie van een orgaan of artefact binnen een bepaald perspectief, dat bepaald wordt door de referentie aan een bepaalde waarde, een bepaald doel, "om wille waarvan" de entiteit beschouwd wordt te functioneren. Een functie-uitspraak is dus een teleologische uitspraak en tevens een evaluatieve uitspraak, dat wil zeggen een beoordeling van de activiteit van een entiteit in het licht van de bijdrage die het levert aan de realisering van het doel omwille waarvan de activiteit plaatsvindt.

#### 4.2.2 Functie en Evolutietheorie

Volgens Wimsatt is het teleologische (en evaluatieve) karakter van functionele uitspraken een gevolg van het feit dat deze eerst betekenis krijgen binnen het kader van achtergrondtheorieën en/of natuuropvattingen, die impliciet of expliciet verwijzen naar bepaalde doeleinden of waarden, die als standaard dienen om het al of niet goed functioneren van de entiteit te beoordelen:

attributions of functionality do require reference to background theories and presumptions for the existence and identification of purposes [26].

De functie-uitspraak ontleent haar teleologisch karakter aan de structuur van deze achtergrondtheorieën, en niet aan termen als "in order to" of "for the purpose of" of "in function of". Ook

als we deze termen elimineren, worden de uitspraken niet minder teleologisch. "To replace talk about function by talk about selection, for example, is not to eliminate teleology, but to rephrase it" [27]. Daarom ook falen naar zijn mening, de reductiepogingen van Nagel e.a. Alleen de theoretische achtergrond kan specificeren wat het relevante doel en wat de relevante functies zijn [28].

Ook Beckner wijst op de betekenis van de theorie binnen het kader waarvan functionele uitspraken eerst betekenis verkrijgen. Hij vraagt zich af waarom alleen de uitspraak "de functie van het hart is het pompen van bloed", als een zinvolle en ware uitspraak beschouwd wordt, en niet de uitspraak "de functie van het hart is het maken van harttonen" [29]. Dat we de eerste uitspraak wel, en de tweede niet, als een zinvolle en ware uitspraak beschouwen, is volgens Beckner een gevolg van het feit dat functionele uitspraken hun zin ontleenen aan een bepaalde theorie waarin ze ingebed zijn.

The teleological character of a sentence is not a matter of vocabulary alone; it is a matter of the logical structure of the conceptual scheme employed in the sentence [30].

Welnu, in de biologie verkrijgen functionele verklaringen eerst betekenis binnen de evolutietheorie, zo beweren deze auteurs. Functionele uitspraken in de biologie, refereren tenslotte allemaal naar een toekomstig doel, namelijk de overleving van het organisme en de soort. "Within the framework of evolutionary theory, contribution to the fitness of an evolutionary unit, is a purpose" [31]. Geïnterpreteerd binnen het kader van de evolutietheorie, geeft de functionele verklaring een wetenschappelijk bevredigende en adequate vertaling, omdat zij aangeeft wat de oorzaak is van de selectie en (dus) van het bestaan van de functionele entiteit [32]. De functionele uitspraak legt de logische relatie tussen datgene wat verklaard moet worden en een samenhangend geheel van uitspraken (een "covering theory") [33]. Een verklaring kan als een goede verklaring worden beschouwd, indien het explanandum door deze verklaring meer waarschijnlijk wordt gemaakt dan door een alternatieve verklaring [34]. En het functionele karakter van een entiteit wordt op een meer waarschijnlijke wijze ondersteund door de evolutietheorie dan door een alternatieve theorie, zoals bv. de Bijbelse scheppingstheorie [35].

#### 4.2.3 Teleologie en Evolutietheorie

Het zal duidelijk geworden zijn dat een aantal auteurs een directe relatie legt tussen de geldigheid van de evolutietheorie en de geldigheid van teleologische uitspraken binnen de biologie. Meer in het bijzonder, ligt hierbij de nadruk op het begrip van "natuurlijke selectie" [36]. Alle teleologische systemen zijn immers

volgens hen, het resultaat van selectie. Zo zegt Wimsatt dat

The operation of selection processes is not only not special to biology, but appears to be at the core of teleology and purposeful activity wherever they occur [37].

Net zoals alle artefacten het resultaat van menselijke selectie zijn, zo zijn organismen het resultaat van natuurlijke selectie.

Deze opvatting markeert nu een fundamentele ommekeer in de opvatting omtrent teleologie in de biologie. Werd het Darwinisme eerst gezien als de bekroning van de mechanistische kijk op de wereld, die voor eens en altijd zou hebben afgerekend met de teleologische verklaring van de (levende) natuur, nu wordt die zelfde theorie gebruikt om het klaarblijkelijk onvermijdelijke teleologische karakter van de biologie - en haar onherleidbaarheid tot het mechanisticistische verklaringsprogramma - te rechtvaardigen [38].

Desalniettemin wordt die revaluatie van teleologische verklaringen gekoppeld aan de stelling dat het principe van de natuurlijke selectie een "louter materieel" en "louter causaal" proces is, dat niet op een vooraf bepaald doel anticipeert. De natuurlijke selectie verklaart de doelmatigheid van de organismen op geheel natuurlijke wijze en is

not compatible with a preordained plan whether imprinted from without by an omniscient Creator, or the result of the orthogenetic activity of any immanent nonmaterial force [39].

De teleologische verklaring moet dus een wetenschappelijke verklaring zijn die desondanks niet tot het DN-model kan worden herleid. Men wil de autonomie van teleologische uitspraken behouden en bovendien haar wetenschappelijke karakter verdedigen, zonder ze te willen herleiden tot het DN-model.

Wij zullen deze pogingen om de onherleidbaarheid én het wetenschappelijke karakter van teleologische uitspraken in de biologie te rechtvaardigen door een beroep op de evolutietheorie, hieronder nader onderzoeken. Deze pogingen zijn paradoxaal, zoals we hopen aan te tonen, omdat er "dubbel spel" wordt gespeeld met het begrip "natuurlijke selectie" hetgeen op zijn beurt weer te wijten is aan het ontbreken van een adequate analyse van begrippen als "doel", "toeval" en "mechanicistisch".

#### 4.2.3.1 Ayala en Ruse

Ayala onderscheidt drie soorten van teleologie:

- 1) doelbewuste teleologie, waarbij het doel op bewuste wijze wordt geanticipeerd,
- 2) zelf-regulerende systemen waarin, door een regulatie-mechanisme, een bepaalde toestand wordt bereikt en/of gehandhaafd, ondanks storingen en veranderingen in de omgeving, en
- 3) functionele structuren van organen en artefacten, die door hun bouw bepaalde functies kunnen verrichten [40].

De doelgerichtheid en functionaliteit van artefacten noemt hij "extern teleologisch", omdat ze producten zijn van de menselijke geest; die van organismen noemt hij "intern teleologisch", en deze zijn het product van natuurlijke selectie.

Niet alleen de functionele structuren en processen, maar ook de verschillende vormen van biologische zelf-regulatie, zoals fysiologische homeostasis en embryologische homeorhesis, zijn volgens hem biologische adaptaties, die door natuurlijke selectie tot stand zijn gekomen. Deze structuren en mechanismen kunnen teleologisch worden verklaard door beroep te doen op de bijdrage die ze leveren aan het reproductieve succes van de populatie waarvan het betreffende organisme deel uitmaakt [41]. De kern van het betoog van Ayala is dat hij de homeostatische systemen, die hij teleologisch heeft genoemd, het resultaat doet zijn van de natuurlijke selectie en ze beschouwt als functionele adaptaties.

Dit wordt door Ruse (1973) nader uitgewerkt. Ook Ruse formuleert het probleem van de teleologie in de biologie aan de hand van een aantal onderscheidingen. Hij onderscheidt

- 1) verklaringen die beroep doen op doelgerichtheid ("goal-directed explanations"). Deze hebben betrekking op de verschillende vormen van homeostasis (fysiologisch, genetisch, embryologisch en ecologisch), en
- 2) functionele verklaringen ("functional explanations") [42].

Het onderscheid is belangrijk omdat, zo stelt Ruse, de meeste functionele beweringen geen doelgerichtheid impliceren [43]. Immers, functionele uitspraken trachten het bestaan van een item te verklaren door verwijzing naar de functie ervan. Ze hebben betrekking op datgene wat de bioloog een adaptatie ("adaptation") noemt. Verklaringen door "goal-directedness" daarentegen doen een uitspraak over datgene wat de biologen "aanpassingsvermogen" ("adaptability") noemen, dat wil zeggen het vermogen van een systeem zich aan te passen aan een veranderende omgeving. Vooral de fysiologische homeostasis van levende organismen acht Ruse het voorbeeld van doelgericht gedrag. Doelgerichtheid is volgens Ruse dus, evenals voor Ayala, het verschijnsel van homeostasis, dat wil zeggen van de fysiologische adaptatie van een individueel organisme aan de veranderende omgeving.

Het voornaamste verwijt van Ruse tegen Nagels poging, functionele uitspraken tot het DN-model te herleiden, is dat Nagel aan het onderscheid tussen aanpassing ("adaptation") en aanpas-

singsvermogen ("adaptability") voorbij is gegaan [44]. Nagel beweerde immers dat deze reductie alleen kan slagen, indien het betreffende systeem een doelgericht systeem is, dat wil zeggen dat het homeostasis vertoont. Maar, zo werpt Ruse tegen, als een bioloog beweert dat een organisme een doelgericht systeem is, dan bedoelt hij dat het "adaptability" bezit, en dit homeostatisch aanpassingsvermogen is nu juist een biologisch adaptatieve functie, ontstaan als resultaat van de natuurlijke selectie. De adaptatie aan een bepaalde omgeving wordt als een voorwaarde beschouwd voor de functionaliteit van een bepaald orgaan of proces: "the peculiarity of a functional statement is that it refers to an adaptation" [45]. Het is dus zo dat het aanpassingsvermogen ("adaptability"="goal-directedness") van organismen moet worden beschouwd als een adaptatie ("adaptation"="function").

Biological goal-directed systems are [...] interesting kinds of biological adaptations and [they] have no kind of even apparent teleology other than that which any functional system has [46].

De aangepastheid van een organisme aan zijn omgeving impliceert dus niet noodzakelijk de doelgerichtheid van het organisme [47]. Veeleer is de doelgerichtheid van een organisme het resultaat van de aangepastheid aan zijn omgeving [48].

Ruse kritiek op Nagel richt zich dus op diens stelling dat een functionele verklaring alleen van toepassing is op doelgerichte systemen, dat wil zeggen Nagel zou de "adaptability" van het systeem noodzakelijk achten, terwijl functionaliteit slechts de verijzing naar "adaptation" vereist [49].

De kern van het betoog van Ruse en Ayala komt er dus op neer dat, - in tegenstelling tot Nagel, voor wie de functionaliteit een gevolg is van het doelgerichte karakter van het betreffende systeem - de doelgerichtheid van een systeem, in dit geval van het organisme, het gevolg is van de functionaliteit, die adaptief is en ontstaan als gevolg van de natuurlijke selectie. Doelgerichtheid is volgens hen dus een gevolg van doelmatigheid!

Vooraf het boek "Adaptation en Natural Selection" (1966) van Williams, heeft de opvatting, dat een echte functie een adaptatie uitdrukt die ontstaan is door de natuurlijke selectie, onder (wijsgerig-)biologen populair gemaakt.

The designation of something as the means or mechanism for a certain goal or function or purpose will imply that the machinery involved was fashioned by selection for the goal attributed to it [50].

Het is duidelijk dat het gehele probleem van de teleologische verklaring hier door de term "adaptatie" wordt gedragen. Het probleem van de teleologie wordt daarmee niet verhelderd, doch verschoven naar de al of niet teleologische connotatie van het begrip "adaptatie". We hebben reeds gezien, dat de term "adaptatie" buitengewoon ambivalent is.



Omdat een adaptatie uiteindelijk naar het toekomstige doel van overleving en reproductie verwijst, is er in functionele uitspraken noodzakelijk een verwijzing naar de toekomst. In de woorden van Ruse: "in talk of functions we continue to get reference to the future". Ruse haast zich echter op te merken dat deze verwijzing naar de toekomst, niet impliceert dat er vanuit de toekomst werkzame oorzaken in het spel zijn. Niettemin kent de biologie toch een "irreducible teleological element", weliswaar niet "the strong teleology" van terugwaarts werkende doelloorzaken - die is onmogelijk - maar een "weak teleology", waardoor we de wereld eerder onder verwijzing naar de toekomst dan naar het verleden trachten te begrijpen. Dit naar de toekomst verwijzende teleologische moment, verschaft, aldus Ruse, de biologie haar autonome karakter: "The teleology itself cannot be translated away" [51].

#### 4.2.3.2 Larry Wright

Ook Larry Wright probeerde de teleologische en functionele verklaring een wetenschappelijke status en een verklarend vermogen toe te schrijven door beroep te doen op de theorie van de natuurlijke selectie. Vooral zijn boek "Teleological Explanation" (1976), heeft de discussie omtrent de teleologische verklaring en het functiebegrip binnen de biologie, een belangrijke impuls gegeven. Het grote probleem met teleologische verklaringen is volgens hem, dat dat een toekomstige stand van zaken, omschreven als het doel van de handeling, onmogelijk een oorzakelijke invloed op het heden kan hebben. Voor het menselijke gedrag is dit nog op te lossen door aan te nemen dat de actuele voorstelling van het doel in het bewustzijn het gedrag veroorzaakt; voor niet-menselijk gedrag is dat evenwel niet mogelijk. Daarom werd, bv. door Tinbergen getracht dit gedrag causaal-mechanisch te verklaren door beroep te doen op instinct en trigger-mechanismen [52].

Wright probeert nu aan te tonen, dat het wetenschappelijke karakter en het verklarend vermogen van teleologische verklaringen niet worden teniet gedaan door het feit dat ze niet tot causale verklaringen volgens het DN-model herleid kunnen worden [53]. Hij vraagt zich daartoe af wat precies de betekenis is van de relatie tussen A en B in de uitspraak "A in order that B". Welke rol speelt B bij het teweegbrengen van A? Welnu, doelgericht gedrag is een gedrag dat (1) "de neiging heeft" ("tends to bring about") bepaalde gevolgen teweeg te brengen, en (2) slechts voorkomt omdat het tot die gevolgen leidt: "Behavior is goal-directed if it is of a type which tends to lead to G, and occurs because it does so" [54]. In tegenstelling tot een louter oorzakelijke vorm van verklaring, zegt een teleologische bewering dat een bepaald gedrag voorkomt vanwege de gevolgen van dat gedrag: "It occurs because it has certain consequences" [55]. Teleologie moet daarom als een zogenaamde "gevolgen-etilogie" beschouwd worden: "The essence of teleology is the consequence-etiology" [56].

De analyse van teleologie als gevolgen-etilogie is volgens Wright evenzeer van kracht bij "functional ascriptions" (bv. "het hart klopt om het bloed te doen circuleren"):

Functional explanations, although plainly not causal in usual restricted sense, do concern how the thing with the function got there. Hence they are etiological, which is to say 'causal' in an extended sense [57].

Van belang voor het argument van Wright is zijn onderscheid tussen zogenaamde "conscious functions" van artefacten, en de "natural functions" van organen. De eerste zijn het resultaat van een menselijk ontwerp, de natuurlijke functies zijn het gevolg van natuurlijke selectie. De functie van een artefact is de reden waarom het bestaat: "The function of X is that [...] which explains why it is there" [58]. De functie-toeschrijving is dus duidelijk etiologisch. Net zoals de verwijzing naar een doel een antwoord geeft op het waarom van een handeling, zo zegt een functiebeschrijving waarom het artefact bestaat. "The function of X is Z if [...] X is there because it does (result in) Z" [59].

Natuurlijke functies zijn niet het gevolg van menselijke intentie en ontwerp, maar van natuurlijke selectie. Wright meent echter dat ook de natuurlijke functies op dezelfde wijze begrepen kunnen worden als artificiële functies [60]:

For just as [these] provide a consequence-etiology by virtue of conscious selection, natural functions provide the very same sort of etiology as a result of natural selection [61].

De functie-verklaring van een orgaan zegt waarom het orgaan bestaat: "It offers an account of how the thing came to be there, or has the form it does" [62]. Naar de mening van Wright geeft een functie-toeschrijving etiologische verklaring: ze zegt waarom een artefact of een orgaan bestaat.

Van verschillende zijden kwam kritiek op Wrights poging om de functionele verklaring als wetenschappelijk te legitimeren. Men opperde bv.

- (1) dat het onjuist is functionele verklaringen als teleologisch te beschouwen (Engels, 1982),
- 2) dat teleologische verklaringen niet (altijd) etiologische verklaringen zijn (Achinstein, 1977; Enc, 1979). Functies betreffen de relatie tussen middelen en de doeleinden, en de dingen waaraan functies toegeschreven worden zijn de middelen waardoor een doel bereikt kan worden. Functionele verklaringen zijn, ofschoon teleologisch, niet (altijd) causaal of etiologisch.
- 3) dat zijn paradigmatisch voorbeeld van menselijk doelgericht gedrag juist niet etiologisch is (Nissen, 1983). Het menselijk doelgerichte handelen is geen geval van "consequence-etiology", maar van "antecedent-etiology", waarin de doel- voorstelling als motief de oorzaak is van het handelen.
- 4) dat doelgericht gedrag vaak op een onmogelijk doel gericht is (Nissen, 1983), en tenslotte,

5) dat een functionele verklaring geen verklaring geeft van het bestaan van het item met de functie, maar slechts van de rol die het speelt binnen het organisme (Cummins,1975): "One cannot deduce hearts from circulation" [63].

Een belangrijke kritiek echter werd door Cummins, Achinstein en Enc onder woorden gebracht namelijk dat een functionele verklaring op geen enkele wijze een verwijzing impliceert naar de ontstaansgeschiedenis van het item waaraan de functie wordt toegeschreven. Als een kind vraagt waarom mensen harten hebben, wijst men op de functie van het hart, doch een dergelijk antwoord zegt niets over de wijze waarop het hart is ontstaan.

#### 4.2.4   Kommentaar en Conclusie

Functionele uitspraken in de biologie ontleen, volgens de boven besproken auteurs hun betekenis aan de evolutietheorie en, in het bijzonder, aan het concept van "natuurlijke selectie".

Talk of functions makes sense only in the context of evolutionary theory and [...] relates directly to the ends of survival and reproduction [64].

Zij pogen de term functionaliteit in termen van adaptatie en als resultaat van natuurlijke selectie te verklaren, om daarmee de wetenschappelijke adequaatheid en het verklarend vermogen van teleologische uitspraken in de biologie te rechtvaardigen. Het ontstaan en bestaan van adaptatie wordt volgens hen enkel en alleen door natuurlijke selectie op adequate wijze verklaard.

Er kan vanuit verschillende invalshoeken kritiek worden geleverd op bovenstaande pogingen tot revaluatie van de teleologische verklaring in de biologie. In het bijzonder moeten de volgende vragen worden gesteld;

1. Is de opvatting van teleologie adequaat?
2. wordt het probleem van de doelgerichtheid niet verward met dat van de doelmatigheid?
3. Is het gebruik van het begrip "natuurlijke selectie" wel on-dubbelzinnig?
4. is de poging om functionele verklaringen te rechtvaardigen door beroep op "adaptatie" adequaat?
5. Is de evolutietheorie wel nodig om functionele en teleologische verklaringen in de biologie te rechtvaardigen?

##### 4.2.4.1   Teleologie als Terugwerkende Causaliteit

Uit de beschouwingen van Ayala, Ruse e.a. wordt duidelijk dat zij teleologie begrijpen als een gerichtheid op een van te voren vaststaand doel en het essentiële van teleologie opvatten als

"terugwerkende causaliteit". Alleen deze opvatting van teleologie wordt door hen gekritiseerd. Hun oplossing van het probleem van de teleologie bestaat hierin, dat uitspraken die op toekomstige gebeurtenissen schijnen beroep te doen, dat in feite helemaal niet doen. De verwijzing naar de toekomst in functionele verklaringen, impliceert geenszins de werkzaamheid van "future causes", zo beweerde Ruse. Met de term "adaptatie" kan men, naar zijn mening, "eliminate without trouble any apparent reference to future causes and [...] goal-directed explanations cause no special difficulties" [65]. Duidelijk is dus dat hij in zijn verdediging van de teleologie, deze uiteindelijk ook beschouwt als een vorm van terugwerkende causaliteit: omdat daarvan bij de functionele verklaring geen of slechts in een "weak way" (Ruse) sprake is, wordt teleologie door Ruse wetenschappelijk legitiem geacht. Hierbij wordt verondersteld dat het probleem van de teleologie, het probleem van de vanuit-de-toekomst-werkende oorzaken betreft. De kritiek op vroegere teleologische opvattingen richt zich impliciet tegen het "argument of design". Nu men de beschikking heeft over het concept van de natuurlijke selectie, zou deze theologische teleologie overbodig zijn. Het bestaan van doelmatig georganiseerde en doelgerichte organismen is niet het resultaat van een "transcendente externe teleologie", maar kan volledig worden verklaard door het "mechanische, niet-gerichte en opportunistische" proces van de natuurlijke selectie. (Ayala).

De grondslag van hun opvattingen is uiteindelijk daarin gelegen, dat men finaliteit slechts mogelijk acht binnen het kader van intentionaliteit, van doelbewustheid, waarbij intentionaliteit dan bovendien wordt beschouwd als een vorm van terugwerkende causaliteit, waarin het gestelde doel op de handeling terugwerkt.

#### 4.2.4.2 Teleologie, Functie, Adaptatie

Zowel Ruse als Ayala identificeren het probleem van de teleologie met dat van de functionaliteit en het probleem van de functionaliteit met dat van adaptatie, dat wil zeggen met de vraag naar het nut van de betreffende structuur of het betreffende proces voor de overlevings- en/of voortplantingskansen. Als het criterium van nuttigheid niet kan worden toegepast, is een systeem niet teleologisch: "If the criterion of utility cannot be applied, a system is not teleological" [66]. Immers, alleen omdat bepaalde eigenschappen voor het organisme in het verleden, in de strijd om het bestaan nuttig waren, zijn ze nu aanwezig [67]. Alle aspecten van de teleologie, ook de doelgerichtheid, worden dus herleid tot het aspect van de doelmatigheid. Homeostasis en cybernetische regulatie beschouwen zij als de paradigmatische voorbeelden van doelgerichtheid, en, omdat naar hun mening homeostasis een adaptatie is, wordt tenslotte doelgerichtheid als een functie in de overlevingsstrategie beschouwd. In hun opvatting is het probleem van de doelgerichtheid dus een afgeleide van dat van de doelmatigheid.

Men kan zich afvragen of dit juist is. De vraag is ten eerste of doelgerichtheid identiek is met homeostasis, en ten tweede of doelgerichtheid identiek is met doelmatigheid. Ten derde kan men

argumenteren dat juist het doelgerichte, doelstrevende karakter van organismen de voorwaarde is voor het ontstaan van biologische doelmatigheid.

1) Het is zonder meer evident dat homeostasis slechts een aspect is van het probleem van de doelgerichtheid van organismen. De bezwaren tegen de identificatie van deze begrippen zijn voldoende uiteengezet in het hoofdstuk over de systeemtheorie en cybernetica. Homeostasis en homeorhesis zijn niet de paradigmatische voorbeelden van doelgericht gedrag. Men zou kunnen beweren dat die verschijnselen, juist doordat zij het resultaat zijn van selectie, eerder als doelmatige functionele systemen en processen moeten worden beschouwd, dit naar analogie met doelzoekende systemen die hun doelgerichte karakter ontleen aan het ontwerp van de maker die, een bepaald doel nastrevend, daartoe een systeem ontwierp, dat bepaalde doeleinden op zo doeltreffend mogelijke wijze realiseert.

2) Doelmatigheid dient wel degelijk van doelgerichtheid onderscheiden te worden. Beide vooronderstellen weliswaar de referentie naar een doel, maar niet alles wat doelmatig is, is ook doelgericht in de zin van doelstrevend gedrag; en niet alles wat doelgericht is, is doelmatig.

Sommige delen van een organisme zijn zowel doelmatig als doelgericht (in de betekenis van homeostasis), andere delen of processen zijn niet doelgericht maar wel doelmatig (het oog, reflexen), weer andere delen of processen zijn doelgericht en toch niet doelmatig (immunopathologie, dystrophieën, teratogenese, auto-immuniteit etc.), en tenslotte zijn er ook delen zijn die noch doelgericht, noch doelmatig zijn (bv. tepels bij de man)

Doelmatigheid en doelgerichtheid zijn weliswaar verwante begrippen, maar ze zijn niet tot elkaar te herleiden: doelmatigheid vooronderstelt doelgerichtheid (beter doel-betrokkenheid!), maar niet omgekeerd. Doelgerichtheid heeft overigens lang niet altijd doelmatigheid tot gevolg. De embryogenetische ontwikkeling is doelgericht, maar het uiteindelijke resultaat is soms wel (normaal organisme) en soms niet (mismaakt organisme) doelmatig [68].

3) Het grootste bezwaar tegen de opvattingen van genoemde auteurs betreft echter hun conclusie dat de finaliteit als resultaat van natuurlijke selectie beschouwd kan worden. De doelgerichtheid van het organisme, zoals deze tot uitdrukking komt in het verschijnsel van homeostasis, wordt door hen immers beschouwd als een doelmatige adaptieve functie, die door zijn gebleken doeltreffendheid in de strijd om het bestaan, door de natuurlijke selectie is behouden gebleven.

Deze opvatting lijkt mij echter een fundamentele omkering van zaken, omdat het teleologische karakter van de organismen eerder een voorwaarde voor de selectie is, dan het resultaat ervan.

a) Op de eerste plaats is de natuurlijke selectie, die een gevolg is van de strijd om het bestaan tussen de organismen, niet de oorzaak van het bestaan en ontstaan van entiteiten, zoals een aantal van onze auteurs blijkt te veronderstellen, maar slechts van de handhaving ervan. De natuurlijke selectie is fundamenteel een selectie: bepaalde alternatieve vormtypen worden uitgesloten,

en andere worden gehandhaafd. Maar een dergelijke selectie vooronderstelt reeds het bestaan van organismen, waaruit geselecteerd kan worden.

Dit wordt temeer duidelijk uit het algemeen door biologen erkende feit, dat het bestaan van reproducerende eenheden een fundamentele voorwaarde is voor de natuurlijke selectie. Natuurlijke selectie is gedifferentieerde reproductie en wil de natuurlijke selectie zich voltrekken dan moet er van reproductie sprake zijn. "Reproductie is nu juist de hoofdeigenschap van het leven" [69]. Dit brengt ons ook op het volgende punt.

b) De kern van het betoog van deze auteurs komt erop neer dat zij doelgerichtheid beschouwen als een afgeleide van doelmatigheid, en finaliteit als het resultaat van een adaptieve functie. Maar bij organismen vooronderstelt de doelmatigheid juist de doelstrevendheid van de organismen, die de strijd om het bestaan aangaan wegens hun behoeften aan voeding en voortplanting. De strijd om het bestaan is het gevolg of de uiting van het behoefte-karakter van bestaande organismen; m.a.w. ze is een uiting van hun "streef-karakter" [70]. Natuurlijke selectie en adaptatie vooronderstellen dus de doelgerichtheid en doelstrevendheid, kortom, een finaliteit. Door hun doelstrevende- en behoefte-karakter raken organismen verwickeld in de "strijd om het bestaan", waarbij de best aangepaste, dat wil zeggen de meest doelmatige, overblijven. Doelgericht-zijn is dus primair, evolutionaire adaptatie secundair.

Ayala en Ruse maken de fundamentele fout, doelgerichtheid als een gevolg van doelmatigheid te beschouwen, terwijl doelgerichtheid juist een voorwaarde is voor doelmatigheid. De natuurlijke selectie vooronderstelt immers organismen met een streef-karakter. Natuurlijke selectie vooronderstelt dus teleologie, niet omgekeerd.

Functionele taal is dus een consequentie van het feit dat het organisme wordt begrepen als een doelgericht systeem. De hiërarchie van functies - van macroscopisch, tot microscopisch en moleculair niveau - verkrijgt uiteindelijk haar betekenis binnen het kader van het organisme als een doelstrevend organisme, dat wil zeggen een "behoefte"- wezen: een wezen dat ernaar streeft zijn behoeften, wensen, verlangens te vervullen. Zonder de begrippen van "behoefte", "streven", "belang", "wens", of in het algemeen, zonder "striving after some good", kan men helemaal geen theorie van ontwikkeling of evolutie formuleren, zo stelde ook Hans Jonas vast [71].

Dat er een dergelijke relatie tussen functie en teleologie bestaat, waarbij teleologie de voorwaarde vormt voor de functionele verklaring, wordt overigens impliciet erkend door bv. Ayala. Hij noemt artefacten "external teleological", omdat ze het resultaat zijn van menselijk ontwerp en selectie. Organismen daarentegen noemt hij "internal teleological" en zijn het resultaat van natuurlijke selectie [72]. Externe teleologie is extern, omdat ze door de menselijke geest aan de dingen wordt opgelegd. Interne teleologie van organismen is intern, maar niet omdat deze door natuurlijke selectie tot stand komt. Immers ook de natuurlijke

selectie werkt volgens de biologen "extern". Nee, organismen zijn klaarblijkelijk om een andere reden intern teleologisch. Welnu dat zijn ze vanwege hun behoefte-structuur.

De onduidelijkheid laat zich bovendien nog toelichten met het argument dat volgens de hedendaagse evolutietheorie, de menselijke geest zelf ook het product van de natuurlijke selectie is. Het ambivalente karakter van de hedendaagse discussie over teleologie en evolutie is hier evident. Immers vanuit het oogpunt van de evolutietheorie zijn organismen in een bepaald opzicht intern teleologisch, en in een ander opzicht zijn er intern teleologische organismen (mensen en primaten), die ook externe teleologie vertonen, in die zin dat ze middelen voor geanticipeerde doeleinden kunnen kiezen.

Kortom, de poging om teleologie in termen van natuurlijke selectie te verklaren faalt, omdat men de relatie tussen doelgerichtheid en selectie omkeert. De doelgerichtheid verklaart de selectie, niet andersom. De evolutie vooronderstelt de doelstrevendheid van organismen, ofschoon daarmee overigens nog niets is gezegd over de doelstrevendheid van de evolutie in haar totaliteit.

#### 4.2.4.3 Dubbel Spel met het Begrip Natuurlijke Selectie

Met betrekking tot het beginsel van de natuurlijke selectie huldigen Ruse, Hull en Ayala een paradoxale opvatting. Enerzijds wordt natuurlijke selectie beschouwd als een causaal-werkend principe, als een principe dat in overeenstemming is met het mechanistische programma, als een principe waarmee de evolutie op een wetenschappelijke wijze kan worden verklaard. Immers ook zij huldigen de opvatting dat door de theorie van Darwin "design in nature, came fully into the domain of natural science" [73]. Anderzijds wordt echter het principe van de natuurlijke selectie als de reden beschouwd van de onherleidbaarheid van teleologische verklaringen tot causaal-mechanische of tot het DN-model.

Enerzijds huldigen zij de opvatting, dat het mechanistische principe van de natuurlijke selectie in een bepaald opzicht als een teleologisch proces kan worden beschouwd, omdat de selectie het ontstaan van doelgerichte systemen tot stand brengt:

Natural selection can be said to be a teleological process in two ways. Firstly, natural selection is a mechanistic end-directed process which results in increased reproductive efficiency [...] Secondly [...] it produces and maintains end-directed organs and processes [74].

Anderzijds echter is het principe van de natuurlijke selectie volgens hen helemaal niet teleologisch, omdat het niet op enig doel is gericht:

However, the process of natural selection is not at all teleological in a different sense. [It] does not tend in any way towards the production of specific kinds of or-

ganisms having certain properties [...] [and] the overall process of evolution cannot be said to be teleological in the sense of preceding toward certain specified goals, preconceived or not [75].

Deze opvatting is paradoxaal.

Enerzijds wordt door het beroep op de natuurlijke selectie, de mogelijkheid tot een herleiding tot het mechanisticische verklaringsprogramma gesuggereerd, teneinde de biologie - met haar onvermijdelijk gebruik van teleologische verklaringen - als een wetenschappelijke onderneming te kunnen rechtvaardigen. Anderzijds dient het beroep op de natuurlijke selectie ertoe de onmogelijkheid van deze herleiding te onderstrepen, teneinde de autonomie van de biologie te legitimeren. Terwijl het Darwinisme aanvankelijk het begrip "natuurlijke selectie" hanteerde om alle natuurteleologie uit te bannen, mag datzelfde begrip nu weer hand en spandiensten verrichten om het gebruik van teleologische concepten, die in de biologie onvermijdelijk blijken te zijn, wetenschappelijk te rechtvaardigen.

De teleologie in de levende natuur kan volgens de biologen, met behulp van het Darwinistische programma worden verklaard als het resultaat van natuurlijke wetten, zonder enig beroep op een schepper of niet-materiële krachten [76]. Maar als dit inderdaad zo is, dan vraagt men zich af waarom teleologische verklaringen niet tot het DN-model te herleiden zijn.

Auteurs als Ruse, Ayala, Beckner, Wimsatt e.a. spelen dus dubbel spel met het begrip van de "natuurlijke selectie". Aan de ene kant wordt de natuurlijke selectie - opgevat als een "natuurlijk" en "causaal" principe - gebruikt ter rechtvaardiging van het wetenschappelijke karakter van de evolutietheorie (en van de biologie in het algemeen). Aan de andere kant wordt het principe van de natuurlijke selectie - maar nu met de "surplus"-betekenis van "non-random" en "directing" - gebruikt ter rechtvaardiging van de onherleidbaarheid van de functionele uitspraken in de biologie tot het DN-model, dat toch juist als hét wetenschappelijke verklaringsschema wordt beschouwd.

Belangrijke oorzaak van deze dubbelzinnigheden is het ontbreken van een adequate analyse van de begrippen "gerichtheid", "doel" en "toeval". In het volgende hoofdstuk zullen we met name bij het begrip "toeval" nog uitvoerig stilstaan.

#### 4.2.4.4 Problemen omtrent Adaptatie

Het is duidelijk dat door de opvatting van bovenbesproken auteurs, het gehele probleem van de teleologische verklaring moet worden gedragen door de termen "adaptatie" en "natuurlijke selectie". Deze concepten zijn echter zelf buitengewoon problematisch, zoals we reeds in hoofdstuk I zagen. Stuk voor stuk ontbreekt het de begrippen "functie", "adaptatie", "fitness" en "natuurlijke selectie" aan eenduidigheid. Bovendien zijn deze concepten op verwarrende wijze met elkaar verweven.



Verdergaande verwarring ontstaat doordat men het probleem van de adaptatie identificeert met het probleem van de teleologie, om vervolgens alle teleologie te beschouwen in termen van adaptatie, die te verklaren zou zijn als resultaat van de natuurlijke selectie. Volgens Ruse is het zo dat "a functional statement draws attention to the fact that what is under consideration is an adaptation" [77].

Er is echter evenmin overeenstemming over de relatie tussen adaptatie en functionaliteit. Volgens Munson zijn adaptatie en functie niet identiek [78]. Het is immers niet tegenstrijdig te zeggen dat "de functie van T in S is G, terwijl T voor de soort of voor het individu geen aanpassing betekent." Niet alle functies zijn immers adaptief: de reusachtige geweien van het Schotse reuzenhert waren weliswaar functioneel, maar bleken niet (meer?) adaptief. Door verandering in de omgeving kan een aanvankelijke adaptatie zelfs nadelig worden en tot de extinctie van een soort leiden. Bovendien is, zo beweert Munson, niet alles wat adaptief is, ook functioneel: harttonen bv. zijn volgens hem, weliswaar niet functioneel, maar wel adaptief (omdat ze namelijk kunnen worden gebruikt voor de opsporing van hartziekten en zo tot overleving zouden bijdragen). De bewering "T is aangepast", and "T heeft een functie" hebben dus niet dezelfde betekenis.

Ook volgens Brandon (1981), is adaptatie niet zonder meer met functionaliteit te identificeren. Adaptatie heeft immers, naar zijn mening, betrekking op gen-complexen, niet op fenotypen [79]. Eigenschappen die niet "gene-linked" zijn, kunnen volgens hem geen adaptaties zijn [80].

Bovendien, een herleiding van teleologie tot adaptatie lost niets op, omdat het begrip "adaptatie" zelf impliciet teleologisch is. Het refereert immers naar een norm, aan de hand waarvan de aangepastheid wordt beoordeeld. De term zelf (afkomstig van het Latijnse "ad-aptare" (regelen, schikken, instellen, aanpassen, passend maken, in orde maken) suggereert de verwijzing naar een norm, aan de hand waarvan beoordeeld kan worden of iets al of niet "passend" of "geschikt" is. Adaptatie is "the good fit of organisms to their environment" [81]. Impliciet wordt een norm van volmaaktheid voorondersteld, hetgeen niet verwonderlijk is, aangezien de term oorspronkelijk stamt uit de context van de natuurlijke theologie. Door een adaptatie slechts relatief volmaakt, of niet-volmaakt te noemen, wordt de normatieve betekenis uiteraard niet weggelaten.

Tenslotte, is de vraag, of een functionele verklaring noodzakelijk een verwijzing impliceert naar de ontstaansgeschiedenis van het item waaraan de functie wordt toegeschreven. Ook Achinstein, Cummins en Enc wezen hier op. Indien iemand vraagt wat de functie van de long is, is het dan nodig hem de evolutionaire ontwikkeling ervan te schetsen? Functionele analyse lijkt in de biologie heel goed te kunnen geschieden, onafhankelijk van de evolutietheorie. Het enige dat een functionele verklaring tracht te zeggen is dat er bepaalde middel-doel relaties bestaan tussen delen en het geheel, dat wil zeggen tussen organen en organismen. Zij zegt niets over de wijze waarop die relaties zijn ontstaan.

Naar de mening van Cummins is de relatie met de evolutietheorie, ook daarom verwarrend en overbodig, omdat niet alles waarvan wij beweren dat het een functie heeft, bijdraagt tot de overleving van de soort, zoals bv. blijkt uit het bestaan van organen, die in het verleden tot het uitsterven van een soort hebben geleid.

Ook Enc betwijfelt de noodzaak van de evolutietheorie voor de functionele verklaring in de biologie:

Selection, either by adaptation or by design is not the only way the requisite tie between of X and the occurrence of Y in W can be achieved. If the cells of all organisms had fallen purely by chance to produce the creatures we know today, and there had been no natural selection whatsoever, I think it would still be true that the function of the heart is to pump blood [82].

Er zijn met andere woorden, twee vragen die de bioloog kunnen bezighouden:

- 1) de vraag naar de functie van een orgaan, zoals bv. het onderzoek naar de functie van het hart, of van mRNA, (de anatomische, morfologische, fysiologische, biochemische benadering)
- 2) de vraag op welke wijze een dergelijk orgaan met een dergelijke functie is ontstaan. (de embryologische resp. de evolutionaire benadering)

#### Conclusie

De poging van bovenbesproken auteurs faalt m.i. dus om de volgende redenen:

1. het probleem van de teleologie wordt impliciet opgevat als het probleem van terugwerkende causaliteit.
2. de teleologie wordt geïdentificeerd met de functionele verklaring, en het probleem van de doelgerichtheid wordt verward met dat van de doelmatigheid.
3. er wordt dubbel spel gespeeld met het begrip "natuurlijke selectie".
4. de poging om functionele verklaringen te rechtvaardigen door beroep op "adaptatie" is problematisch, omdat de betekenis van deze term zelf zeer problematisch is. Bovendien is het begrip "adaptatie" zelf een teleologisch begrip.
5. Tenslotte blijkt de evolutietheorie geen noodzakelijke voorwaarde voor de functionele verklaring te zijn.

De auteurs stelden dat doelgerichtheid het gevolg is van doelmatigheid. Doelmatigheid vooronderstelt echter de betrokkenheid op een doel; functie drukt een middel-doel relatie uit. Dat doel hoeft evenwel niet noodzakelijkerwijze een extern doel te zijn (zoals bij artefacten). Het kan ook intern zijn (zoals bij organismen), en een intern doel kan bovendien heel goed onbewust aanwezig zijn.

De pogingen tot herleiding van teleologie tot adaptatie en/of natuurlijke selectie, is dus niet adequaat, omdat de evolutie(theorie) het teleologische karakter van de individuele organismen reeds vooronderstelt. Daarmee is natuurlijk nog niets gezegd over de teleologie in de evolutie in haar totaliteit. Dat is het thema van het volgende hoofdstuk.

#### 4.3 Ernst Mayr

In de recente discussies over teleologie en over filosofische problemen aangaande de biologie in het algemeen, wordt Ernst Mayr, de eminente evolutiebioloog, als een vooraanstaand denker beschouwd. Zijn gezag blijkt uit de vele referenties van wijsgerige biologen naar zijn werk. Ook hij heeft getracht de teleologie als wetenschappelijk concept te definiëren met behulp van concepten uit de cybernetica, de informatietheorie en de evolutietheorie.

Overtuigd van de onvermijdelijkheid van het teleologisch spraakgebruik in de biologie, en van de onmogelijkheid om teleologische uitspraken in niet-teleologische te vertalen, deed hij in zijn artikel "Teleological and Teleonomic, A New Analysis" van 1974, een poging om de teleologie in de biologie te rechtvaardigen en te rehabiliteren.

Om de teleologische verklaring wetenschappelijke status te geven is het, volgens Mayr, nodig om

- haar de suggestie van terugwerkende causaliteit te ontnemen, en
- haar "metafysische en antropomorfe" karakter te elimineren.

Reeds in een eerder artikel, "Cause and Effect" uit 1961, had hij betoogd dat teleologische uitspraken een belangrijke heuristische waarde hebben. Alleen zij kunnen op bevredigende wijze de typisch biologische "waarom-vraag" beantwoorden. Deze "waarom-vraag" kan niet tot de "wat-vraag" of de "hoe-vraag" van de natuurkunde herleid worden. Daarom heeft ook Mayr grote bezwaren tegen de reductiepoging van met name Ernst Nagel.

Welnu, zo betoogt Mayr, binnen de biologie dient de sleutel tot een antwoord op de "waarom-vraag" in de evolutietheorie gezocht worden. Deze toont aan op welke wijze de functie van de entiteit bijdraagt tot de overleving en tot het reproductief succes van het organisme en de soort.

Mayr poogt het teleologieconcept op een wetenschappelijk aanvaardbare manier te rehabiliteren, door er een "niet-metafysische", "niet-vitalistische", "niet-antropomorfe", maar louter "causaal-mechanistische" interpretatie van te geven. Vooral wil hij vermijden zijn oplossing "metafysisch" te doen zijn: "Teleological statements and phenomena can be analysed without reference to major philosophical systems" [1]. Hij laat zich hierbij vooral door modellen en concepten uit de cybernetica en de systeemtheorie inspireren, die, volgens zijn opvatting, een doorbraak hebben betekend in ons inzicht in het probleem van de teleologie.

Vooral het concept van "program" is hierbij fundamenteel. Organismen hebben een program in de vorm van een genetische code,

die in de loop van de evolutie is ontstaan als gevolg van natuurlijke selectie. Omdat enerzijds de evolutietheorie een wetenschappelijke verklaring van de doelmatigheid van organismen gaf, en anderzijds, de systeemtheorie en cybernetica een wetenschappelijke verklaring gaven van het doelgerichte gedrag van organismen, meende Mayr dat een synthese van beide theorieën de oplossing van het teleologie-probleem zou kunnen leveren.

Het uit de informatietheorie stammende concept van "program" speelt in de analyse van Mayr een belangrijke rol. Hij achtte dat begrip noodzakelijk voor de juiste analyse van teleologische systemen en processen. In organismen is dit program vastgelegd in de genetische code van het DNA. De chemische structuur van het DNA garandeert het behoud van de specifieke vorm (in-formatie) van een bepaald organisme door de opeenvolgende generaties heen, als resultaat van louter causaal-chemische processen [2].

Volgens Mayr kan nu ook het doelgerichte gedrag van een organisme, zoals de homeostatische processen en het zoekgedrag, worden toegeschreven aan de aanwezigheid van het program van de DNA-code. En omdat deze code volgens Mayr, een louter chemische, en dus materiële en (klassiek)-causale aangelegenheid is, - die aan de initiëring van het doelgerichte proces vooraf gaat en niet vanuit de toekomst terugwerkt - kan het doelgerichte gedrag van een organisme begrepen worden als dat van een computer.

The purposive action of an individual, insofar as it is based on the properties of the genetic code, therefore is no more purposive than the actions of a computer that has been programmed to respond appropriately to various inputs. It is, if I may say so, a purely mechanistic purposiveness [3].

Om verwarring met het traditionele, metafysische en antropomorfe begrip "teleologie" te vermijden, introduceerde Mayr (in navolging van Pittendrigh [4]) reeds in het artikel van 1961, de term "teleonomie" in. Deze term definieert hij daar als "the apparent purposefulness of organisms, operating on the basis of a program". Dergelijk geprogrammeerd, doel-gericht gedrag kunnen we beter "teleonomic" noemen, dan "teleological", omdat deze laatste term slechts metafysische verwarring sticht [5]. Door de term "teleonomie" kan de bioloog van alle eigenschappen en heuristische betekenis van de teleologie gebruik maken zonder gevaar te lopen het verwijt van vitalisme of finalisme voor de voeten geworpen te worden.

Een doelloorzaak kan volgens Mayr gedefinieerd worden als "the cause responsible for the orderly reaching of a preconceived ultimate goal" [6]. Welnu, dit doel wordt juist door het program - de DNA code - bewerkstelligd.

Er bestaat naar de mening van Mayr dus geen conflict tussen causaliteit en teleonomie. Evenmin is een teleonomische verklaring in tegenspraak met de wetten van de fysica en de chemie [7].

In het artikel van 1974, werkt Mayr deze opvatting nader uit. Hij onderscheidt daarin

- 1) teleonomisch (dat wil zeggen schijnbaar doelgericht) gedrag
- 2) "teleomatisch" (passief doelgericht) gedrag, en
- 3) teleologisch (doelbewust) gedrag.

Teleonomie wordt gekenmerkt door de eigenschap, dat het organisme door een program geleid wordt en gericht is op een doel dat "in het program is voorzien" [8].

De term "program" stamt uit de informatietheorie waar "program" de zeer preciese en geoperationaliseerde betekenis heeft van, in de terminologie van Mayr, "coded or prearranged information that controls a process (or behavior) leading toward a given end" [9]. Met behulp van dit begrip kan het concept van teleologie, mits vertaald tot teleonomie, een wetenschappelijk adequaat concept worden genoemd. Een teleonomische verklaring is, volgens Mayr, strikt causaal-mechanistisch, in het geheel niet antropomorf, en dus wetenschappelijk aanvaardbaar.

Ofschoon Mayr de analyse van Wiener et al. erg waardevol vindt, meent hij dat deze in hun analyse van de teleologie voorbij waren gegaan aan het cruciale punt dat de aanwezigheid van een program de oorzaak is van het bereiken van doelen. In tegenstelling tot Wiener, voor wie teleologisch gedrag door tegenkoppeling gereguleerd gedrag is, stelt Mayr dat feedback-regulatie het program slechts bemiddelt:

The truly characteristic aspect of goal-seeking behavior is not that mechanisms [zoals feedback] exist which improve the precision with which a goal is reached, but rather that mechanisms exist which initiate, i.e. 'cause' this goal-seeking behavior [10].

Feedback regulatie is de oorzaak van de precisie van het doelzoekend gedrag, maar niet van het doel als zodanig [11]. Alleen organismen en door de mens gemaakte mechanismen vertonen teleonomisch, dat wil zeggen program-geleid, gedrag. In het organisme is het program het resultaat van natuurlijke selectie, en het program is op zijn beurt de oorzaak van het doelgerichte gedrag van het individuele organisme [12].

Mayr wijst er echter terecht op dat uit het teleonomisch gedrag van organismen niet geconcludeerd mag worden dat de evolutie zelf een doelgericht proces zou zijn [13]. Mayr wijst een teleologische duiding van het evolutieproces van de hand. Er is "no evidence for a 'goal-seeking' or evolutionary lines, as postulated in that kind of teleology which sees 'plan and design' in nature." De harmonie en doelmatigheid van de levende natuur is een "a posteriori" product van natuurlijke selectie [14]. Mayr veroordeelt degenen die het evolutieproces teleologisch beschouwen, zoals bv. Theilhard de Chardin en zelfs de "serious evolutionists" Ayala en Waddington, die met betrekking tot de evolutie "play rather dangerously with teleological language" [15].

Mayr prijst in dit verband met name Simpson, die in zijn boek "The Meaning of Evolution" van 1949, de mogelijkheid van de zogenaamde "orthogenese", dat wil zeggen van de trendmatige en doelgerichte evolutie, met een veelheid van beslissende argumenten zou hebben weerlegd. Deze argumenten van Simpson zullen wij in het volgende hoofdstuk nog nader bespreken.

#### 4.3.1   Kommentaar en Conclusie

De opzet van Mayr was om, gezien de onvermijdelijkheid van teleologische uitspraken in de biologie en de onmogelijkheid van herleiding ervan tot het DN-model, aan de teleologie een wetenschappelijk verantwoorde interpretatie te geven. Dit maakt het volgens hem noodzakelijk de teleologie van iedere suggestie van terugwerkende causaliteit en van antropomorfisme te ontdoen. Van de andere kant vereist de rechtvaardiging van de onherleidbaarheid van de biologie tot de fysica en de chemie, dat de onherleidbaarheid van de teleologische verklaring tot het DN-model wordt aangetoond. Deze twee opties wil hij nu trachten te realiseren door teleologische systemen te karakteriseren in termen van een program, dat ontstaan is als gevolg van de natuurlijke selectie. Het is echter zeer de vraag of Mayr deze opties waar kan maken. Men kan zich met name afvragen

1. of de pretentie van een niet-metafysische oplossing van het teleologie-probleem wordt waargemaakt, of Mayr met andere woorden niet allerlei wijsgerige en teleologische vooronderstellingen hanteert,
2. of Mayr opvatting van teleologie, zoals die o.a. blijkt uit zijn kritiek op het "metafysische en vitalistische" concept van doelloorzaken, wel adequaat is,
3. of het gebruik van de term "program" door Mayr wel adequaat is,
4. of zijn claim dat het concept van "program" het doelgericht gedrag van organismen verklaart, terecht is,
5. waarom volgens Mayr's opvatting van program, teleologische verklaringen zich niet zouden laten vertalen in mechanisch-causale.

Laten we met de eerste vraag beginnen.

##### 4.3.1.1   Teleologie, Teleonomie, Teleomatie

We zagen dat Mayr een onderscheid maakt tussen drie typen van doelgerichte ("goal-directed") processen, die hij resp. teleomatische processen, teleonomische processen en teleologisch gedrag noemt.

Teleomatische processen (bv. het vallen van een steen) bereiken weliswaar een eindtoestand, doch deze is uitsluitend het gevolg van natuurwetten (bv. de gravitatiewet en de thermodynamische wetten). Teleomatische processen zijn volgens Mayr passief, wetmatig en afhankelijk van uitwendige factoren:

they are end-directed only in a passive, automatic way, regulated by external forces or conditions [...] and the reaching of their end-state is not controlled by a built-in program [16].

Hierbij gebruikt Mayr een aantal termen ("uitwendig", "passief", "automatisch") waarvan de betekenis niet zonder meer helder is. Wat bedoelt Mayr met uitwendige krachten? Is de zwaartekracht een uitwendige of een inwendige kracht? Wat bedoelt hij met passief? Is een vallende steen passief? Is de gravitatie passief? Is een slapend oog passief? Wat bedoelt hij met automatisch? Is program-gestuurd gedrag onder invloed van externe impulsen niet automatisch? Reageert een thermostaat niet automatisch [17]? Zolang niet wordt duidelijk gemaakt wat met deze begrippen wordt beoogd, kan van een wetenschappelijk precieze definitie geen sprake zijn.

Deze onduidelijkheid betreft ook de zogenaamde teleonomische processen. Dit zijn, volgens Mayr, processen die doelgericht zijn op basis van een program. Een thermostaat, een torpedo en een levend organisme zijn voorbeelden van entiteiten die zich teleonomisch gedragen, omdat ze door een program gestuurd worden: "A teleonomic process or behavior is one which owes its goal-directedness to the operation of a program" [18]. Ofschoon hij aan de term "program" enerzijds een zeer brede betekenis geeft - zelfs een onregelmatig gemaakte dobbelsteen is volgens hem "geprogrammeerd" - wil hij anderzijds het gebruik ervan tot dynamische processen beperken [19]. De betekenis van "dynamisch" wordt echter niet nader bepaald, zodat de grens tussen dynamische en statische systemen niet duidelijk is. Mayr beschouwt een kijkend oog als een dynamisch proces, maar een slapend oog niet, zonder evenwel te zeggen op welke grond hij dat onderscheid maakt. Een bewegende torpedo, een kijkend oog zijn dan ook teleonomisch, maar wat heeft het voor zin een torpedo in het magazijn of een slapend oog teleonomisch te noemen? "it is not goal-directed at anything" [20].

Een ander voorbeeld van een dergelijke onduidelijkheid betreft Mayr's criterium, op grond waarvan hij teleomatische van teleonomische processen onderscheidt. Teleomatische processen zijn volgens hem slechts het resultaat van natuurwetten. Maar dat geldt toch ook voor teleonomische processen? Het gedrag van thermostaten en torpedo's is immers ook het resultaat van natuurwetten. Het heet uiteindelijk niet voor niets teleo-nomisch!

Heel verwarrend, maar tegelijk zeer leerzaam, wordt de discussie als hij als voorbeeld van een zeer eenvoudig program een onregelmatig-gemaakte dobbelsteen noemt. Men zou immers denken dat zo'n dobbelsteen een "teleomatisch" systeem genoemd moet worden. Het voorbeeld is leerzaam omdat het ons iets vertelt omtrent de impliciete kern van Mayr's benadering. Het voorbeeld laat zien dat hij teleonomie verbindt met de mate van waarschijnlijkheid waarmee een systeem op een "berekenbaar", "voorspelbaar", "voorgeweten" doel afstevent. Teleonomische processen zijn program-geleide processen. Maar indien een program zich alleen onderscheidt doordat het een doel voorspelbaar maakt, dan wordt het onderscheid met teleomatische processen arbitrair. Ook de specifieke reactie van natrium en chloor tot keukenzout, is een voorspelbaar resultaat

van een dynamisch proces, dat men zou kunnen beschouwen als geleid door een program, namelijk de informatie die besloten ligt in de structuur van de elektronenmantels van de resp. atomen.

Program is dan niet meer dan de "aard" van het betreffende systeem. Als een onregelmatig gemaakte dobbelsteen zich teleonomisch gedraagt, dan doet een vallende steen dat evenzeer. Het gedetermineerd gedrag daarvan is het resultaat van een ingebouwd program, namelijk zijn aard. Ook natuurwetten kan men dan als programs beschouwen. Op zichzelf zou dat niet zo ernstig zijn - er valt zelfs veel voor te zeggen - ware het niet dat dit niet de bedoeling van Mayr is! Datgene wat vroeger de natuur, de aard, het wezen (de "eidos", de "forma substantialis", de "causa formalis") van de dingen genoemd werd, zou men kunnen beschouwen als datgene wat nu "in-forma-tie" en "program" wordt genoemd. De natuur, de aard, het wezen van de dingen vormt een program, dat op bepaalde wijze hun actie en reactie-patroon bepaalt [21]. Voor zover Mayr dus het onderscheid tussen (doelgerichte) levenloze dingen en organismen, aan de aanwezigheid van een program - opgevat als "voorspelling mogelijk makend" - wil ophangen, is het onderscheid tussen teleomatische en teleonomische processen in grote mate willekeurig.

Voor Aristoteles vormde dat geen probleem; voor hem immers kon de gehele kosmos - zowel organische als anorganische processen - in termen van doelloosheid worden verklaard. Voor Mayr vormt het wel degelijk een probleem, of het zou dat moeten doen, omdat hij zo nadrukkelijk teleomatische van teleologische processen wil onderscheiden. Door zijn opvatting worden alle mechanisch-causaal te verklaren processen doelgericht, want voorspelbaar, hetgeen zijn voorbeeld van de dobbelsteen nog extra benadrukt. Van een duidelijk onderscheid tussen teleomatische en teleonomische processen kan geen sprake zijn, althans niet op basis van zijn criteria. Wil men dat onderscheid toch maken, dan kan dat alleen op basis van impliciete - door Mayr klaarblijkelijk evident gevonden - vooronderstellingen over de verschillende aard ("nature") van resp. levende en levenloze dingen. Dat dit zo is, blijkt bv. uit zijn, haast achteloze, opmerking, dat "seemingly goal-directed behavior in organisms is of an entirely different nature (sic!) from teleomatic processes [22]. Dit onderscheid is alleen mogelijk als hij de verschillende aard op impliciete wijze vooronderstelt.

Deze opmerkingen willen overigens niet het onderscheid dat Mayr maakt ondergraven. Ze betreffen veeleer de criteria op grond waarvan hij zegt ze te maken. De lezer begrijpt het onderscheid tussen teleomatische en teleonomische processen, omdat hij ze als het ware intuïtief aanvoelt. Met Mayr weten we dat het model van ieder doelgericht gedrag in levende organismen gezocht moet worden. Mayrs onderscheiden ontlenen hun "evidentie" aan het feit dat reeds bij voorbaat het gedrag van een levend organisme als paradigmatisch voorbeeld van doelgericht gedrag wordt voorondersteld. Een levend organisme is niet doelgericht, omdat het beantwoordt aan de door Mayr opgesomde kenmerken; nee, opgesomde kenmerken zijn zodanig gekozen dat ze opgaan voor het levende organisme als doelgericht systeem. Juist het doelgerichte karakter ervan verleidt ons ertoe het in termen van een program, dat door



selectie tot stand is gekomen, te begrijpen. Onze zelf-ervaring, de ervaring dat wij doelgerichte wezens zijn, dient tot model, met behulp waarvan we ook program-geleide servo-mechanismen en computers kunnen ontwerpen, zodat en opdat ze een gedrag vertonen dat gelijkenis vertoont met dat van onszelf. Niet de computer is het paradigmatisch voorbeeld van doelgericht gedrag, maar het doelgerichte gedrag van een levend organisme, zoals wij dat primair ervaren en be-leven in onszelf. Het is niet omdat we weten wat programs zijn dat we doelgerichte levende wezens herkennen, maar omdat we doelgerichte levende wezens zijn weten we wat programs zijn, en kunnen we die ook aan andere dingen toeschrijven.

Het is overigens ironisch dat Mayr Aristoteles verwijt, dat deze het concept van de teleologie vanuit zijn biologische bespiegelingen op de gehele kosmos van toepassing verklaarde, terwijl hij zelf een theorie voorstelt waarin, als gevolg van zijn poging een niet-metafysische beschrijving van de teleologie te geven, de teleologie juist tot een alomtegenwoordig verschijnsel wordt.

In dit verband dient opgemerkt dat Mayr in grote mate een merkwaardige dubbele houding ten opzichte van de Griekse wijsgeer inneemt. Enerzijds wijst hij diens filosofie in alle toonaarden af, maar uiteindelijk krijgt zijn eigen betoog slechts zin door een voortdurende (impliciete) verwijzing naar Aristotelische begrippen. Dit wordt met name duidelijk wanneer Mayr niet aarzelt de DNA-informatie met het Aristotelische "eidos" te identificeren, en bovendien begrippen als "nature", "potency" en "causa efficiens" gebruikt.

#### 4.3.1.2 Teleologie als Terugwerkende Causaliteit

Mayrs analyse van teleologie blijkt te zijn ingegeven door zijn protest tegen de interpretatie van de teleologie als terugwerkende causaliteit. We hebben reeds herhaalde malen gezien hoe hardnekkig deze interpretatie van de teleologie in de geschiedenis van het teleologiebegrip een funeste rol heeft gespeeld, en nog steeds speelt. Ook Mayr blijkt de doelloorzakelijkheid als "terugwerkende causaliteit" als het meest kenmerkende aspect van het "metafysische", vitalistische en "Aristotelische" teleologieconcept" te beschouwen. Maar ofschoon hij gelijk had te protesteren tegen de opvatting van teleologie als terugwerkende causaliteit, beging hij de fout zelf de teleologie tot terugwerkende causaliteit te herleiden. Dit blijkt uit zijn aanval op het Aristotelisch begrip van doelloorzaak. Hij verwerpt de Aristotelische doelloorzaken, omdat hij denkt dat Aristoteles deze beschouwde als vanuit de toekomst terugwerkende oorzaken.

Bovendien dwingt Mayrs interpretatie van teleologie als terugwerkende causaliteit hem ertoe de voorspelbaarheid van het doel als kenmerk van doelgericht gedrag te beschouwen. Doelgericht gedrag is volgens hem program-gecontroleerd gedrag en een program veronderstelt een voorspelbaar doel: "Anything that does not lead

to what is at least in principle a predictable goal does not qualify as a program" [23]. Deze identificatie van doelgerichtheid en voorspelbaarheid betekent in feite dat alle voorspelbare processen het gevolg van een program zijn [24].

Doelgerichtheid en voorspelbaarheid zijn echter duidelijk verschillende zaken. Juist de als teleomatisch beschouwde processen zijn voorspelbaar, terwijl vele teleologische gedragingen onvoorspelbaar zijn. Het gedrag van een mens is bv. niet altijd voorspelbaar. Evenmin impliceert een voorspelbaar doel, dat het gedrag voorspelbaar is. Voorspelbaarheid is dus allerm minst een fundamenteel kenmerk van teleologie of van teleologisch gedrag. Sterker nog, voorspelbaarheid is voor het probleem van de teleologie niet relevant: zowel gedetermineerd als vrij gedrag kan voorspelbaar of onvoorspelbaar zijn. Het gedrag van dobbelstenen is onvoorspelbaar, terwijl het wandel-gedrag van Kant voorspelbaar was.

#### 4.3.1.3 Teleologie en Programma

Mayrs interpretatie van teleologische beweringen staat of valt met de geldigheid van zijn gebruik van het begrip van "program" [25]. Maar ofschoon hij de betekenis van het woord "program" uitvoerig bespreekt, verheldert zijn beschouwing het probleem allerm minst. Hij meent dat "program" alle verwarringen die met teleologische begrippen samenhangen doet verdwijnen omdat (1) "een program iets materieels is", en omdat (2) "een program bestaat voordat het teleonomisch proces begint", en daarom consistent is met causale verklaringen. Maar de betekenis van de begrippen "materieel" en "causaal" licht hij niet nader toe; hij gaat ervan uit dat de betekenis van deze begrippen evident is.

Volgens Mayr is het DNA drager van een in-form-atie, van een "Gestalt", van een "Vorm". Hij identificeert deze "vorm" [26], met de Aristotelische causa formalis, die voor Aristoteles in levende organismen tegelijk causa finalis was. DNA-informatie is zowel "Eidos" als "Telos". Mayr meent dat hij door de verdediging van die stelling de biologie van een methodologisch reductionisme vrijspreekt. Tegelijkertijd echter acht hij - vanwege het materiële karakter van het DNA - een ontologisch reductionisme wel mogelijk. Het DNA zou dan tegelijkertijd de Aristotelische causa materialis en de causa efficiens moeten voorstellen.

Voor dit merkwaardig gebruik van de Aristotelische terminologie geeft Mayr geen verklaring.

Ten eerste geeft hij geen enkele rechtvaardiging voor zijn analyse van DNA in termen van de verschillende Aristotelische causae. Het is duidelijk dat dit een wijsgerige problematiek betreft; en uiteraard behoeft deze een wijsgerige rechtvaardiging!

Ten tweede lijkt Mayr hier voortdurend de begrippen van "informatie" en van "informatiedrager" met elkaar te verwisselen. Het materiële aspect van een program kan het doelgerichte karakter van het program-gestuurde gedrag niet garanderen; niet de materie waarin zich de informatie uitdrukt is van belang, maar de informatie-structuur zelf.

Bovendien wordt dan nog de informatiedrager, vanwege zijn "materiële" karakter, beschouwd als "werkoorzaak". Het materiële karakter van het DNA billijkt blijkbaar de conclusie dat teleonomie een puur mechanistische aangelegenheid is: "It is, if I may say so, a purely mechanistic purposiveness" [27].

Bovendien - het is reeds eerder gezegd - gaat Mayr vrij opportunistisch met Aristoteles om. Als het hem goed uitkomt, dan doet hij beroep op het gezag van Aristoteles om bv. vormoorzaak en doelloorzaak te vereenzelvigen:

Just as the blueprint used by the builder determines the form of the house, so does the eidos [...] give the form to the developing organism and this eidos reflects the terminal telos of the full grown individual [28].

Mayr beschouwt de informatie, vanwege haar vorm, in goed Aristotelische traditie, ook als "doelloorzaak". Maar anderzijds laat hij geen gelegenheid voorbijgaan zonder Aristoteles' natuurfilosofische interpretaties als hopeloos verouderd af te wijzen.

Wellicht is het meest ironische aspect van Mayr's analyse, dat zijn gebruik van het concept "program" als iets dat een doel voorziet en voorspelbaar maakt, een door en door teleologisch concept is. Mayr beweert dat het genoom "foresees" its goal." Weliswaar probeert hij zijn lezer ervan te overtuigen dat dergelijke uitspraken louter metaforisch zijn. Maar, als dat zo is, dan is de vraag wat men er zich, los van die metafoor, moet bij voorstellen. Mayr verschuift dus slechts het probleem; de uitspraak dat het genoom "foresees" its goal" is niet alleen een metaforische-, maar ook zelf een teleologische uitspraak. Rosenberg merkt hierover op:

It stands in need of the same kind of clarification the original functional attribution requires. If genetic programs foresee the ends they ensure the attainment of, just because they have been shaped by selective forces to do so, then the appeal to programs is no better than a direct appeal to adaptation to explain functional attributions [29].

Daarbij komt nog, dat er tal van biologische functies zijn, die geprogrammeerd zijn, maar op geen enkele wijze een "voorspelbaar doel" hebben. Zoals bv. het instinctieve gedrag van dieren. En zelfs indien we zouden aannemen dat alle menselijke gedrag is geprogrammeerd in de neurale circuits van zijn hersenen, en deze tenslotte door het genoom, dan nog maakt dat het gedrag van een mens niet voorspelbaar.

Bovendien is lang niet alles wat geprogrammeerd is functioneel, hetgeen toch een belangrijke veronderstelling is, indien men het program door selectie ontstaan acht. Op het niveau van de gen-expressie, -transcriptie en -translatie zijn er talrijke voorbeelden van processen die duidelijk geen functie hebben voor het organisme. Ook erfelijke ziekten zijn geprogrammeerd, maar toch zijn ze wel degelijk disfuncties [30].

Daarenboven is veel van het gedrag van een dier dermate plastisch en flexibel, dat het onmogelijk te verklaren valt als het resultaat van alleen het genoom. Ook verschaft het genoom geen verklaring voor het niet-erfelijke, maar verworven of spontane doelgerichte gedrag van mens en dier.

Duidelijk is in ieder geval, dat de herleiding van teleologie tot een program een deel van het probleem van de teleologie raakt, maar op zichzelf zeker geen oplossing biedt.

#### 4.3.1.4 Dubbel Spel

a) Een eerste vorm van dubbel spel merkten we reeds eerder op, toen we gewag maakten van Mayrs tegenstrijdig gebruik van de natuurfilosofie van Aristoteles

b) Een tweede vorm van dubbel spel wordt gespeeld met het begrip "program": naar de mening van Mayr hebben teleonomische uitspraken een belangrijke heuristische waarde. Zij pogen een antwoord te geven op een "why-question", die voor de biologie zo kenmerkend is. Dit in tegenstelling tot de natuurkunde, die slechts "what- and how-questions" stelt. Op een dergelijke waarom-vraag geeft de moderne bioloog antwoord met behulp van de evolutietheorie, die aantoon op welke wijze de functie van een entiteit bijdraagt tot survival en reproductief succes [31]. In Mayrs woorden:

non-teleological translation [is] invariably a meaningless platitude, while it is the teleonomic statement which leads to biologically interesting inquiries [32].

Dit juist omdat een causale verklaring geen antwoord geeft op die waarom- vragen die kenmerkend zijn voor de teleologie!

Maar wat is bovenstaande analyse anders dan juist een poging tot reductie van de teleologische beschouwingswijze tot een causale, door een ontologische reductie van de teleologie tot het mechanistische schema van het program-geleide gedrag van servomechanismen? Doelgericht gedrag op basis van een program is immers, volgens Mayr's eigen woorden wel consistent met de causale verklaring. Een program immers "exists prior to the initiation of the teleonomic process. Hence it is consistent with a causal explanation" [33]. En ook beweerde hij dat "Teleonomic explanations are strictly causal and mechanistic. They give no comfort to adherents of vitalistic concepts" [34]. Dit verwondert toch wel zeer, waar Mayr net heeft beweerd dat causale verklaringen onvoldoende zijn in de biologie, omdat ze geen antwoord geven op de waarom-vraag! Overigens zou men kunnen argumenteren dat juist het vitalisme een causale verklaring voor de levensverschijnselen poogde te geven - naar het model van Newton's gravitatiekrachtstheorie - door de causa finalis van Aristoteles als een causa efficiens te verklaren.

Het is wellicht deze paradox, die ook Mayr tenslotte, op het einde van zijn artikel, tot de uitspraak brengt, dat "after all", teleonomische verklaringen zeer nuttige heuristische hulpmiddelen bij het biologische onderzoek zijn. Maar van de andere kant, blijkt uit zijn hele betoog duidelijk, dat hij veel meer op het oog heeft dan alleen aan te tonen dat teleologie, of in zijn terminologie "teleonomie", een heuristisch hulpmiddel is. Daarvoor hebben we de analyses van Mayr in het geheel niet nodig. Dat blijkt reeds lang uit het doen en laten van de biologen. Het is daarentegen wel degelijk zijn intentie, om de teleologische geaardheid van het levende organisme te verklaren. Hij heeft m.a.w. niet alleen methodologische, maar ook ontologische claims ten aanzien van de teleologie. Hij wil immers met behulp van het "program"-concept duidelijk maken dat organismen doelgerichte systemen zijn. Maar het is alsof Mayr op het allerlaatste moment toch terugdeinst iets over de aard van de dingen te zeggen, en daarom het teleologische principe als louter heuristisch beschouwt.

Het program biedt ons, volgens Mayr, de mogelijkheid teleonomische verklaringen als wetenschappelijk-causaal te beschouwen, maar tegelijk verbiedt het ons, teleonomische verklaringen tot het causale DN-model te herleiden.

Het is echter van tweeën een: of teleologie is te vertalen in termen van program-geleid cybernetisch gedrag, en dus in termen van het mechanistische verklaringsschema als een causaal-nomologische te karakteriseren. Of dat is niet zo. In dit laatste geval is het concept van "program" problematischer en minder wetenschappelijk dan Mayr aanvankelijk suggereert.

Mayr tracht dus de kool en de geit te sparen: enerzijds wil hij de klaarblijkelijke onvermijdelijkheid van teleologische uitspraken in de biologie rechtvaardigen door aan te tonen, dat ze onherleidbaar zijn tot het causaal-nomologische model. Anderzijds wil hij de wetenschappelijkheid van de biologie redden door de teleologie te vertalen tot teleonomie, die zijn wetenschappelijkheid ontleent aan het in de informatietheorie geoperationaaliseerde begrip van "program".

Het program gaat inderdaad vooraf aan het gedrag; daarop valt niets aan te merken. Doch het program veronderstelt een doel en een verklaring daarvan wordt door Mayr niet gegeven. De wijsgerig waardevolle suggestie dat vorm en telos samenvallen komt niet voort uit de informatietheorie, maar uit de filosofie van Aristoteles die hij eigenlijk wil afwijzen. Het wetenschappelijk vernis dat door het gebruik van de aan de informatietheorie ontleende terminologie wordt geleverd, is uiterst dun.

Evenals met de term "selectie" binnen het kader van de evolutietheorie dubbel spel werd gespeeld door Ayala, Ruse en Hull, wordt door Mayr dubbel spel gespeeld met het begrip informatie. Dat begrip ontleent zijn suggestie van wetenschappelijkheid aan de geformaliseerde theorie van de informatica; maar tezelfder tijd moet het begrip "informatie", door zijn "surplus-betekenis" van "forma" en "telos", en daardoor de suggestie van "niet-mechanistisch" te zijn, de garantie bieden voor de autonomie van de biologie. Mayr lijkt zich er overigens wel van bewust, dat het bij het concept "program" gaat om een metafoor, getuige de aanhalingstekens die hij voortdurend rond deze term plaatst.

c) Een derde vorm van dubbel spel wordt gespeeld met de evolutietheorie. Enerzijds stelt Mayr nadrukkelijk dat het feit dat organismen doelgericht gedrag vertonen op basis van een door natuurlijke selectie ontstaan en door feedback-regulatie uitgevoerd program, niet impliceert dat de evolutie zelf een doelgericht proces zou zijn [35]. De evolutie is volgens Mayr niet teleologisch om twee redenen. Op de eerste plaats is natuurlijke selectie een strikt "a posteriori process which rewards current success but never sets up future goals" [36]. Natuurlijke selectie maakt geen plannen, en ze is evenmin een doelgericht proces [37]. Op de tweede plaats is noch het verloop, noch het doel van de evolutie voorspelbaar: "nothing in biology is less predictable than the future course of evolution" [38].

Omdat het evolutieproces niet doelgericht is, en de functionele adaptaties "a posteriori" resultaten zijn van de opportunistisch werkende natuurlijke selectie, mogen we volgens hem "adaptatie" niet identificeren met "teleonomie", zoals bv. Ayala, Ruse en Hull deden.

Ofschoon Mayr het onderscheid tussen doelmatigheid en doelgerichtheid wel lijkt te beseffen is hij allerminst consequent in het doorvoeren van dit onderscheid. Wanneer hij de vruchtbaarheid van de teleologische benaderingswijze als heuristisch middel in de biologie beklemtoont, dan verwijst hij juist naar de verklaring door de evolutietheorie van het "waarom" van een structuur, naar de aanpassingswaarde van de functie en dus naar de doelmatigheid ervan voor de overleving en voor het reproductiesucces van het betreffende organisme.

Mayr beseft niet dat zijn redenering circulair is. Hij beweert dat teleologie, opgevat als teleonomie, het resultaat is van een program, en dat dit program weer het resultaat is van een selectie-proces. Het teleonomische karakter van levende organismen is dus het resultaat van de natuurlijke selectie, van de strijd om het bestaan. De evolutietheorie wordt hierbij weer gebruikt als wetenschappelijke rechtvaardiging van teleologische uitspraken in de biologie, waarbij overigens, ook hier weer, de doelmatigheidsproblematiek wordt geïdentificeerd met de problematiek van de doelgerichtheid. Bovendien onderstelt de strijd om het bestaan juist het bestaan van doelstrevende organismen. Ook Mayr keert de dingen om: teleologie is geen resultaat, maar de voorwaarde voor natuurlijke selectie. In elk levend wezen openbaren zich behoeften, driften en neigingen, zonder dewelke van "struggle for life", competitie en voortplanting geen sprake zou zijn. Natuurlijk heeft Mayr gelijk als hij zegt dat deze individuele driften nog niet de evolutie tot een doelgericht proces maken. Maar dat betekent niet dat teleologie geen enkele rol speelt. Over het probleem van de teleologie van het evolutieproces zelf komen we in het volgende hoofdstuk te spreken.

## Conclusie

De poging van Mayr faalt m.i. dus om de volgende redenen:

1. De pretentie van een niet-metafysische oplossing van het teleologie-probleem wordt niet waargemaakt, omdat Mayrs onderscheid tussen teleologie, teleonomie en teleomatie slechts betekenis heeft binnen het kader van allerlei wijsgerige en impliciet-teleologische vooronderstellingen.
2. Mayr vat teleologie op als terugwerkende causaliteit.
3. Het probleem wordt niet opgelost, maar verschoven naar het probleem van de adequate definitie van het begrip "program". Het gebruik van deze term is bij Mayr niet onproblematisch.
4. Hij kan zijn claim dat het concept van "program" het doelgericht gedrag van organismen verklaart, niet waarmaken
5. Hij speelt "dubbel spel". Indien de door Mayr voorgestelde analyse van teleonomische processen volstrekt causaal en mechanistisch is, dan kan men zich immers afvragen waarom teleologische uitspraken zich niet in niet-teleologische zouden laten vertalen.
6. In het gehele betoog spelen impliciet vooronderstellingen van teleologische aard een rol, die een "neutrale", dat wil zeggen, van teleologische terminologie gevrijwaarde, verklaring van doelgerichtheid tot een illusie maken.

Mayr realiseerde zich overigens wel, dat hij zich met zijn analyse op glad ijs begaf, getuige zijn uitspraak dat

The entire concept of a "program" of information is so new that it has received little attention from philosophers and logicians. My tentative analysis may therefore require considerable revision when subjected to further scrutiny [39].





## EVOLUTIE EN TELEOLOGIE

"The history of life is an odd blend of the directed and the random."  
(Simpson,1949).

"Die Evolution gibt zwar Zweckmäßigkeit, aber ist nie zielgerichtet."  
(Mayr,1969).

"Pure chance, absolutely free but blind, is at the very root of evolution."  
(Monod,1970)

## 5.0 Inleiding

De vorige hoofdstukken hadden betrekking op de problemen die samenhangen met de vraag of levende organismen al dan niet een doelgericht karakter hebben. Een andere vraag is of de evolutie als geheel doelgericht is. Vooraanstaande evolutiebiologen, zoals Simpson, Dobzhansky, Mayr, Stebbins en Futuyama achten de evolutie slechts schijnbaar doelgericht [1]; ze vertoont wel trends, maar die zijn niet het gevolg van een doelstrevend principe, doch van een "opportunistisch" werkende natuurlijke selectie.

Vooraf sinds het verschijnen van het geruchtmakende boek van Monod "Le Hasard et la Nécessité" (1970), zijn vele biologen ervan overtuigd dat de moleculaire biologie voor eens en altijd met het probleem van de teleologie in de evolutie afgerekend heeft. Zij onderschrijven Monods dogmatische stelling dat

Pure chance, absolutely free but blind, [is] at the very root of evolution [...] And nothing warrants the supposition (or the hope) that this conception should or could ever be revised [2].

Het blijkt echter moeilijk op een dergelijke mechanistische basis de evolutie volledig te verklaren. Reeds het neovitalisme en het organicisme waren de uitdrukking van de ontevredenheid met de als mechanistisch beschouwde, Darwinistische evolutietheorie, omdat deze geacht werd geen adequate oplossing voor het probleem van de gerichtheid in de evolutie te kunnen bieden. De hedendaagse critici vinden dat de synthetische theorie teveel de rol van het toeval benadrukt, en daardoor juist de evolutie aan een wetenschappelijke verklaring onttrekt.

Een drietal redenen maken een nadere bespreking van het probleem van de teleologie in relatie tot de evolutie gewenst:

- Allereerst is er het probleem van de door paleontologen geobserveerde trends in de fossilaire reeksen,
- ten tweede zijn er de opvattingen van veel vooraanstaande evolutiebiologen dat er sprake is van vooruitgang in de evolutie. Bovendien trachten verschillende van hen op basis van deze progressieve tendens in de evolutie een evolutionaire ethiek te formuleren, waardoor de progressie een normatieve betekenis verkrijgt.
- Tenslotte blijkt ook het probleem van de betekenis en rechtvaardiging van de begrippen "toeval" en "evolutie" aan een teleologische context niet te ontsnappen.

Al deze problemen hangen samen met de herkenning van en/of bestaan van een trend, van een richting in de evolutie, dus ipso facto van een doel. Het bestaan of aanvaarden van een doel wordt niet

geëlimineerd door het feit dat hedendaagse wetenschappers liever de term "gerichtheid" dan "doelgerichtheid" gebruiken.

In het eerste deel zagen we reeds dat wetenschappelijke opvattingen aangaande de evolutietheorie, zoals het saltationisme, het neutralisme en de "behavioral selection", met het fundamentele probleem van de rol van toeval, wetmatigheid en/of doelgerichtheid samen hingen. Deze begrippen treft men ook aan in de systeemtheoretische evolutie, die de laatste jaren sterk in de belangstelling staat. Vooral de rol van het toeval wordt daarin bekritiseerd. De belangrijke wijsgerige vraag hierbij is of toeval, noodzaak en teleologie elkaar uitsluiten. Of de evolutie bepaald wordt door toeval, noodzaak en/of doelloorzaak, kan uiteindelijk niet wetenschappelijk beslecht worden. In de woorden van Delfgauw:

Hier ligt de taak van de filosoof, die niet met de natuurwetenschap als zodanig polemiseert, maar met bepaalde wijsgerige opvattingen over de evolutie, die dikwijls niet als zodanig herkend worden en door niet-filosofen vaak voor natuurwetenschappelijke opvattingen worden aanzien [3].

## 5.1 Orthogenese

Vele auteurs hebben op het "opportunistische" karakter van de evolutie gewezen, overigens wel beseffend van een antropomorfe uitdrukking gebruik te maken [4]. Met "het opportunistische karakter van de evolutie" is bedoeld, dat de evolutie geen rechtstreeks pad naar een bepaald doel volgt, maar dat haar verloop wordt gekenmerkt door "a lack of fixed plan" en door een "odd randomness", een neiging om gebruik te maken van de geboden gelegenheden [5].

Maar ondanks dit "opportunistische" karakter van de evolutie, zijn zogenaamde "trends" in de evolutie onmiskenbaar; een feit dat ook door de meeste evolutiebiologen wordt erkend. Reeds Huxley constateerde dat evolutionaire verandering niet helemaal "at random" is [6]. Uitspraken met een vergelijkbare strekking vindt men bij tal van auteurs, waaronder Simpson (1949), Waddington (1967), Stebbins (1982) en Dobzhansky (1968), die daarbij een groot talent blijken te hebben voor een virtuoos gebruik van merkwaardige dubbelzinnigheden. Zo schrijft Simpson:

Evolution is neither wholly orderly, nor wholly disorderly. It certainly has no grand and uniform plan, nor any steady progression toward a discernable goal. On the other hand, it shows continued trends [...] . The history of life is an odd blend of the directed and the random, the systematic and the unsystematic [7].

Ofschoon de terminologie soms uiteen loopt, verdedigen ze een standpunt waarin enerzijds naar het bestaan van een richting wordt

verwezen, en anderzijds tegen een letterlijke interpretatie van de term wordt gewaarschuwd. Een mooi voorbeeld geeft Rensch. Volgens hem bestaan er in de evolutie duidelijk bepaalde trends, die ons zelfs toelaten wetmatigheden in het evolutionaire verloop te zien. Deze wetmatigheden zijn weliswaar niet universeel, maar slechts regels, dat wil zeggen empirische generalisaties van statistische aard met vele uitzonderingen. Wetmatigheid en richting gaan hand in hand:

On the one hand, evolution may be looked at as an undirected unique historical process; on the other hand, it seems to be determined by a great number of laws and rules [8].

In zijn "Biophilosophie" (1968), bespreekt Rensch wel een honderdtal van dergelijke "Evolutionsregeln", en hij besluit met de opmerking dat de evolutie, bij de huidige stand van zaken, als een "weitgehend regelhafter Vorgang" met een "zwangsmässiger Ablauf" kan worden beschouwd [9]. Het bestaan van deze regels toont aan dat de evolutie allerm minst een "at random" proces is, maar gekenmerkt wordt door determinaties en tendenties, die zelfs voorspellingen mogelijk maken [10].

Wat deze verhandelingen alle trachten aan te tonen, is dat ondanks de rol van het toeval in de evolutie, door mutatie, recombinitie, "mating" en "pairing", en ondanks het opportunistische karakter van de natuurlijke selectie, er toch regelmatigheid, trends, wetmatigheid in te ontdekken valt.

De vraag die evolutiebiologen bezighoudt, is of deze tendenties een "endogene" oorsprong hebben - dat wil zeggen het resultaat zijn van zogenaamde orthogenese (die door de meeste biologen wordt afgewezen) - of dat ze (slechts) een "exogene" oorsprong hebben - dat wil zeggen de uitdrukking zijn van zogenaamde anagenese, die het gevolg is van de "opportunistisch werkende" natuurlijke selectie [11].

Vooral Simpson heeft zich in zijn boek "The Meaning of Evolution" (1949), krachtig tegen een orthogenetische interpretatie van de fossilaire reeksen en trends uitgesproken. Orthogenese wordt door Simpson gedefinieerd als het postulaat van een "inner urge or inherent tendency for evolution to continue in a given direction" [12]. Dit houdt in dat de geschiedenis van het leven doelgericht zou zijn, dat wil zeggen gericht op een reeds vastgesteld doel.

The history of life [is] thus [...] viewed as purposeful... [and] this purposefulness of evolution is considered inherent in, or special to, life or an essential vital essence is seen as a means of reaching the goal or end [13].

Van een dergelijke orthogenetische, rechtlijnige en endogene gerichtheid is in de evolutie echter naar de mening van Simpson geen sprake. Niet een inherente en planmatig werkende kracht, maar alleen de wisselwerking tussen het organisme en zijn omgeving bepaalt adaptieve trends in de evolutie [14].

Uit de fossiele vondsten is volgens hem af te leiden dat het leven neigt naar een toenemende verscheidenheid. Deze voortdurend toenemende "adaptieve uitstraling" in alle richtingen drukt zich uit in het ontstaan van nieuwe vormen en in de vervanging van, en de vernietiging van oudere vormen [15]. Juist uit dit verschijnsel van de "adaptieve uitstraling" is naar de mening van Simpson het opportunistische karakter van de evolutie af te lezen. Er is geen sprake van één enkele, uniforme, algemene en ononderbroken richting. De waargenomen oriëntaties zijn slechts kenmerkend voor een bepaalde afstammingslijn en treden alleen gedurende bepaalde perioden op. De oriëntatie is geenszins universeel en dus allerm minst inherent aan het leven en zijn evolutie, zoals de aanhangers van "orthogenese" beweren [16].

De afwijzing van de orthogenese impliceert volgens Simpson dan ook iedere vorm van finaliteit, omdat deze het rechtlijnig voortschrijden van de evolutie naar een bepaald doel zou vereisen.

Ook Dobzhansky verwerpt de gedachte van een gedetermineerde ontwikkeling naar een bepaald eind-doel. De evolutie is slechts schijnbaar orthogenetisch. Ze vertoont gerichtheden, maar niet als gevolg van "inherent guiding forces" [17]. Bovendien voert hij als argument aan dat finaliteit in de evolutie de "nieuwheid, vrijheid en creativiteit" van het evolutionaire proces onmogelijk zou maken [18]. Orthogenese is een preformistische theorie, waarin evolutie slechts "ont-wikkeling" is van wat reeds aanwezig is [19]. Niets dwingt ons echter te geloven dat "the evolution is predetermined or that organisms are able to change in just one direction" [20]. De evolutie is noch het gedetermineerde resultaat van drijfkrachten binnen het organisme (zogenaamde "autogenesis"), noch het gedetermineerde resultaat van invloeden vanuit de omgeving (zogenaamde "ectogenesis") [21]. De evolutie is het resultaat van een voortdurende interactie tussen deterministische factoren en toevalsfactoren; alleen deze wisselwerking doet het divergente karakter van het evolutionaire proces ontstaan. Ieder beroep op een plan of op een voorzienigheid is dus uit den boze. Ook andere vooraanstaande evolutiebiologen, zoals Huxley (1974), Mayr (1970), Stebbins (1982) en Futuyama (1979) huldigen dergelijke opvattingen. Een kleine bloemlezing van citaten volstaat om dat te bewijzen.

Zo zegt Huxley bv. dat de gerichtheden en tendenties in de evolutie het gevolg zijn van natuurlijke selectie, "and not the outcome of any intrinsic tendency", niet het gevolg van een orthogenetische "persistence towards a predetermined goal" [22]. Mayr stelt dat "there is no evidence for a 'goal-seeking' of evolutionary lines, as postulated in that kind of teleology which sees 'plan and design' in nature" [23]. Ook Stebbins verklaart dat "evolution was opportunistic and devoid of purpose" [24]. En Futuyama tenslotte beweert dat

although some trends do exist, the absence of consistent direction is as common in evolution as direction [...]. Evolution was not orthogenetic in one direction; it entailed reversals, persistence, and divergence in different evolutionary directions [...]. Any attempt to find a goal for all of evolution, a universal trend [...] will fail [25].

Door al deze auteurs wordt het probleem van de teleologie in de evolutie dus geïdentificeerd met dat van planmatigheid, orthogenese en vitalisme. Orthogenese wordt opgevat als een rechtlijnige ontwikkeling naar een voorbested doel. En als gevolg van deze identificatie wordt teleologie begrepen als een rechtlijnige, voorbestemde ontwikkeling. Belangrijk discussiepunt is echter of deze identificatie van orthogenese met teleologie terecht is.

## 5.2 Pogingen tot Verklaring van de Trends

Het probleem voor de evolutiebiologen is hoe de trends in de evolutie te verklaren zijn, zonder beroep te doen op doelen en doelrichtende agentia. Men acht het bestaan van "doeloorzaken" in tegenspraak met de rol van het "toeval". De pogingen om de trends te verklaren betreffen alle een poging om de rol van het toeval te beperken, of te kanaliseren, door "richtende" ("directing") en/of "vrijheidsbeperkende" factoren ("constraints"). De hedendaagse discussies omtrent de evolutie staan dan ook vol van besprekingen van de rol van het toeval: "Among the liveliest disputes in evolutionary biology today are disputes concerning the role of chance in evolution" [26].

Als de belangrijkste bron van toeval in de evolutie wordt de mutatie gezien. Vooral Monod heeft sterk bijgedragen tot de overtuiging dat het toeval een belangrijke rol speelt in de evolutie [27]. De moleculaire biologie heeft volgens Monod, onomstotelijk vastgesteld dat het toeval de bron is van alle evolutionaire innovaties. Hij berekende dat er, uitgaande van de ongeveer 20 aminozuren, zo'n  $10^{325}$  mogelijkheden zijn om een polypeptideketen van 250 aminozuren te vormen. Deze mogelijkheden ontstaan door mutaties, spontane veranderingen in het DNA, als gevolg van fouten in de replicatie of transcriptie van het DNA of van deleties, reversies of translocaties van DNA-segmenten. Deze veranderingen zijn dus

accidental, due to chance. And since they constitute the only possible source of modification in the genetic text [...] it necessarily follows that chance alone is at the source of every innovation, of all creation in the biosphere. Pure chance, absolutely free but blind, at the very root of [...] evolution: this central concept of modern biology [...] is today the sole conceivable hypothesis, the only one compatible with observed and tested fact. And nothing warrants the supposition (or the hope) that this conception should or ever could be revised [28].

Overigens werd de claim dat de mutatie volstrekt toevallig zou zijn, door Schoffeniels (1973), bestreden. Hij argumenteert op basis van thermodynamische analyses, dat de mutatie wel degelijk oorzakelijk gedetermineerd, en - mits we meer zouden weten over de chemische structuur van het DNA - tenslotte ook voorspelbaar is.

In hoofdstuk I wezen we op andere mogelijke bronnen van toeval, zoals "sampling effect", recombinitie en "genetic drift". Toch mag men, volgens de meeste biologen, uit het toevallige karakter van mutaties en van andere factoren, niet de conclusie trekken dat de evolutie zelf volstrekt toevallig zou zijn. Ondanks de grote rol van het toeval, kunnen de orthogenetische trends worden verklaard door natuurlijke, mechanistische oorzaken.

Eenmaal op gang, kan de evolutie niet zo maar elke willekeurige richting inslaan. Dit wordt op verschillende manieren belet. Namelijk door 1) "externe richtende" factoren, zoals de natuurlijke selectie, die als een "directing" factor wordt beschouwd, en door 2) "interne beperkende" factoren, de zogenaamde "constraints" [29].

### 5.2.1 Externe Factoren: Natuurlijke Selectie en Co-Evolutie

Volgens het neo-Darwinisme is de belangrijkste externe factor die de rol van het toeval beperkt, de natuurlijke selectie. Volgens Dobzhansky (en met hem vele anderen, zoals Simpson, Mayr, Stebbins) wordt de evolutie niet in eerste instantie door mutaties, maar door de natuurlijke selectie bepaald. De natuurlijke selectie treedt "richtend" op [30]. Bij een aanhoudende selectiedruk als gevolg van het constant blijven van de omgevingscondities, kunnen "long-range evolutionary trends" ontstaan (bv. voortgaande specialisatie), die slechts schijnbaar orthogenetisch zijn. Natuurlijke selectie is toevallig in die zin dat ze niet het resultaat is van een wil of een intentie, maar ze is anti-toevallig in die zin dat ze leidt tot zinvolle aanpassing binnen de betrekkelijke chaos van oneindig veel combinatiemogelijkheden.

Afhankelijk van de wijze en mate van veranderingen in de omgeving ontstaan door de selectie verschillende typen van trends: de "stasigenese", als het milieu constant blijft; de "cladogenese", als het milieu wordt opgedeeld in verschillende "niches"; en de "anagenese", als het milieu voortdurend in een bepaalde richting verandert.

Sommige evolutionisten (zoals Futuyama en Dobzhansky) trachten toeval en selectie met elkaar te verzoenen door hun beider belang voor de evolutie de benadrukken: "An evolutionary change need not be due either to directed or to random processes [...] quite probably it is the result of a combination of both types" [31]. Het gaat erom de relatieve bijdrage van ieder van de verschillende taxa te onderzoeken [32].

Voor Dobzhansky, evenals voor Darwin, zijn toeval en natuurlijke selectie dus complementair, en is de vraag welke van deze twee factoren de belangrijkste is, van ondergeschikt belang. Niet alle biologen zijn het op dit punt met elkaar eens. De zogenaamde "neutralisten", bijvoorbeeld, beschouwen niet alleen het ontstaan van een mutatie, maar ook het lot ervan, een kwestie van toeval [33]. Zij zien toeval en natuurlijke selectie als tegengestelde alternatieven. Hierbij trachten zij de rol van de natuurlijke selectie als "richtende factor" te bagatelliseren, en leggen de nadruk op de zogenaamde "random genetic drift", die het evolutionaire verloop zou bepalen.

Ook voor de rol van andere externe factoren wordt steeds meer aandacht gevraagd, met name als gevolg van de ontwikkeling van de ecologie, die juist op de wisselwerking tussen organismen onderling, en tussen organismen en hun omgeving de nadruk legt. Vooral de wederkerige relatie tussen het organisme en zijn milieu zou oorzaak kunnen zijn van "trends".

Zo werd door Stebbins (1982) gewezen op de zogenaamde auto-katalyse [34]: organismen zijn in staat hun milieu te veranderen, zoals bv. in het geval van de eerste fotosynthetiserende microben, die de zuurstof in de atmosfeer deden ontstaan. De omgeving wordt steeds meer beschouwd als iets dat mede het resultaat is van de werkzaamheid van de organismen zelf. "The environment is not a structure imposed on living beings from the outside, but is in fact a creation of those beings" [35].

Door Futuyama (1979) werd, naast de natuurlijke selectie, en de auto-katalyse, nog een andere vorm van interactie gesignaleerd, namelijk die tussen organismen van verschillende soort. Ook deze interactie kan trends verklaren, omdat het ene organisme reageert op de evolutionaire vernieuwing van het andere. Deze vorm van wisselwerking wordt "co-evolutie" genoemd. Hierbij wordt de evolutie gedreven doordat niet-verwante soorten van organismen met elkaar in wisselwerking treden [36].

#### 5.2.2 Interne Factoren: Constraints

De selectie is niet slechts het gevolg van factoren uit het externe milieu, maar evenzeer van factoren die bepaald worden door de factoren in het organisme zelf als een harmonisch gestructureerd systeem. Er is zowel een interne als een externe selectie. De fitness van een organisme wordt niet bepaald door het genotype alleen, maar door de interactie tussen het genetische, epigenetische en fenotypische niveau. Er wordt niet alleen op het genotype geselecteerd, maar op het gehele zich ontwikkelende organisme, dat wordt bepaald door de interactie van genoom en epigenoom [37]. Ondanks het feit dat mutaties random zijn, betekent dat niet dat de resulterende fenotypen dat ook zijn. Er zijn bepaalde genetische, embryologische en fysiologische "constraints" werkzaam, waardoor er een oriëntatie ontstaat [38]. De huidige evolutie-theorie maakt steeds meer gebruik van het begrip "constraint" [39], een term die men zou kunnen vertalen met "breidelings": breidelings van de denkbare mogelijkheden tot die mogelijkheden, die binnen de gegeven situatie gerealiseerd kunnen worden.

Reeds Huxley (1974 (1942)) had (zonder overigens de term zelf te gebruiken) op het belang van dergelijke "constraints" gewezen [40]. Hij stelt daar dat, ofschoon "primaire orthogenese" zeldzaam is, "secondaire orthogenese" vrij vaak voorkomt [41]. D.w.z., er zijn omstandigheden die "the freedom of variation and therefore of evolutionary change" beperken [42]. Niet alle mogelijkheden kunnen immers worden gerealiseerd, omdat zowel de omgeving ("externally restricting factor") als ook het organisme zelf ("internal restriction") beperkingen opleggen.



Deze interne restricties zijn volgens hem, van tweeërlei aard:

1) historische, dat wil zeggen afhankelijk van de voorgaande evolutionaire geschiedenis [43].

2) orthogenetische, afhankelijk van de hoedanigheid en hoeveelheid van de genetische variatie [44].

Beide vormen van restricties hebben schijnbare orthogenese tot gevolg, waarbij de ontwikkeling een gebaand pad lijkt te volgen ("groove effect"), terwijl dit pad tenslotte het gevolg is van natuurlijke selectie ("orthoselectie") [45].

In hoofdstuk I wezen we reeds op de "genetische homeostasis" en de "embryologische kanalisatie" als mechanismen, die weerstand tegen veranderingen opwerpen en daardoor oorzaak zijn van een zekere "evolutionary inertia" (Mayr, 1970).

De voornaamste interne "constraint" is de genetische homeostasis, waardoor een buffer tegen veranderingen ontstaat. Deze "genetische homeostasis" is volgens Mayr van bijzonder belang voor de breidelings van het toeval. "Genetic homeostasis is the property of the population to equilibrate its genetic composition and to resist sudden changes. (genetic inertia)" [46]. Deze "buffering" tegen toevallige gebeurtenissen is een belangrijke factor bij het ontstaan van de evolutietrends, omdat plotselinge veranderingen en ombuigingen erdoor worden voorkomen.

Naast de genetische homeostasis zijn nog andere "constraints" werkzaam. Zo wees Waddington op de zogenaamde "embryogenetische kanalisatie", die een gevolg is van het feit dat ook het embryogenetische proces een dermate subtiel en harmonisch gestructureerd patroon is, dat ook daardoor plotselinge veranderingen worden afgeweerd. Volgens Waddington is de embryogenese te beschouwen als de voortgang door een "epigenetisch landschap", waarin "bergen en dalen" de respectievelijke drempels en alternatieve routes voorstellen. Hierdoor wordt de ontwikkeling "gekanaliseerd", dat wil zeggen dat als eenmaal een bepaalde route is gerealiseerd, een mutatie daar moeilijk verandering in kan brengen. Deze epigenetische homeostasis, die ook wel "homeorhesis" genoemd wordt, beperkt ook de effecten van random veranderingen in het genotype en fenotype. Daardoor worden de evolutionaire aanpassingen tot enkele richtingen beperkt [47]. Ook dit resulteert in evolutionaire trends en schijnbare orthogenese.

Monod wees ook op een dergelijke "constraint": de toevaligheid van de mutaties wordt namelijk gebreedeld door de determinerende factoren van het invariante replicatie-mechanisme van het DNA [48].

Een organisme heeft dus het vermogen zich als gevolg van genetische, embryologische en fysiologische homeostasis aan zijn omgeving aan te passen, waardoor de selectiedruk op het genencomplex van het organisme afneemt. De mechanismen, van homeostasis, kanalisatie en replicatie, zijn "beperkende" en, daardoor, "richtinggevend" factoren in de evolutie en veroorzaken daardoor - op volstrekt natuurlijke en causale wijze - evolutionaire trends. Het aannemen van een levenskracht is volstrekt overbodig! Men kan dus van een zekere "traagheid" spreken, die de onmiddellijke uitwerking van mutaties en recombinaties tegengaat en richtingen doet ontstaan. De schijnbare orthogenese, stasigenese, anagenese en andere trends in de evolutie zouden dus een gevolg zijn van "constraints of the well-balanced (epi)genetic system" [49].

Huxley komt tot de conclusie dat:

The course of Darwinian evolution is thus seen as determined (in varying degrees in different forms) not only by the type of selection, not only by the frequency of mutation, not only by the past history of the species, but also by the developmental effects of genes and of the ontogenetic processes in general [50].

Ook voor het probleem van het zogenaamde "saltationisme" en "punctualisme", zouden deze "constraints" een oplossing bieden. Vooral Gould, Eldredge (1977), en Stanley (1979), hebben erop gewezen dat de evolutie niet geleidelijk verloopt, zoals door de neo-darwinistische "gradualisten" wordt verondersteld. Het bestaan van "gaps" in het fossielenmateriaal is naar hun mening niet het gevolg van het feit dat de betreffende "tussenvormen" nog niet zijn ontdekt, maar van het feit dat ze nooit hebben bestaan. Zij zijn voorstander van een zogenaamde "punctational change", een plotselinge sprongsgewijze verandering (saltatie) volgend op een (langdurige) stasigenese, dat wil zeggen een periode zonder noemenswaardige veranderingen in bouw en/of gedrag [51]. Deze wederkerige relaties tussen genen onderling, tussen genotype en epigenotype, tussen organisme en milieu en tussen organismen onderling, worden steeds meer in termen van feedback-processen beschouwd binnen het kader van een systeemtheoretische aanpak van de evolutie. Daarover zullen we in het volgende hoofdstuk spreken en dan wel met name over de pretentie van deze systeemtheoretische evolutietheorie (STET), om een verklaring van de (schijnbare) finaliteit in de evolutie te verschaffen.

### 5.3 Kritisch Commentaar en Conclusie

Bij de bespreking van de argumenten tegen de orthogenese dienen voornamelijk twee problemen besproken te worden: het probleem van de betekenis van finaliteit binnen de context van de evolutie en het probleem van het toeval.

#### 5.3.1 Finaliteit en Evolutie

Volgens de net besproken auteurs is de evolutie geen teleologisch gericht proces, maar het gevolg van toevalsfactoren en "constraints". Ze is noch voorspelbaar noch doelgericht, en toch is ze evenmin volstrekt toevallig. Ze is een mengsel van het toevallige en het gerichte: "The history of life is an odd blend of the directed and the random" [52]. De trends van de evolutie zijn het gevolg van de "richtende" natuurlijke selectie en van beperkende "constraints" die de invloed van het toeval beperken [53].

Hieruit trekt men de conclusie dat van teleologie in de evolutie geen sprake is, en dat deze geheel en al door "werkoorzaken" kan worden verklaard. Zo beweert Futuyama:

Many authors have seen in such trends evidence of a purpose or a goal in evolution [...] But this hypothesis places the cause of evolution in an Aristotelian final cause, rather than in an efficient cause such as natural selection, which is not sentient and has no vision of the future. Hence evolutionists deny that evolution has goals, that organisms are driven by vitalistic forces toward predestined ends [...] [Thus] the concept of evolutionary progress must be denied [54].

Duidelijk is gebleken dat het probleem van de teleologie in de evolutie altijd met het probleem van de geldigheid van de orthogenese en van het vitalisme wordt geïdentificeerd. Hierbij moet men zich echter de volgende vragen stellen:

1) zijn de argumenten op grond waarvan de orthogenese wordt afgewezen terecht?

2) is de kritiek op het evolutionaire vitalisme relevant?

3) is het juist aan te nemen dat de verwerping van de orthogenese en van het vitalisme ook de afwijzing van iedere vorm van teleologie impliceert?

### 5.3.2 Orthogenese en Finaliteit

De voornaamste reden waarom de orthogenese wordt afgewezen, is dat deze uitgaat van een preformistische, gepredestineerde doelbepaaldheid, terwijl de evolutie juist een "opportunistisch" en "toevallig" karakter vertoont. Met de term "opportunisme" wordt bedoeld, dat de evolutie geen rechtstreeks pad naar een of ander doel volgt, maar dat haar verloop juist wordt gekenmerkt door de afwezigheid van een vaststaand plan, door "an odd randomness" [55].

De kritiek op de orthogenese betreft dus niet de "gerichtheid", maar een a) bedoelde en b) gepredetermineerde gerichtheid.

Vraag is echter of een niet-rechtlíjnig verloop van gebeurtenissen de conclusie rechtvaardigt dat er daarom ook geen plan aanwezig is. Steeds doet men beroep op het "bewijs" dat ons door de fossielen geleverd wordt. Deze zouden ons aantonen dat de evolutie nooit rechtlíjnig verloopt, en dat er daarom van doelgerichtheid geen sprake kan zijn.

Een dergelijke gevolgtrekking is echter niet te rechtvaardigen. Men kan zich namelijk afvragen of men op basis van alleen het fossielen-materiaal een uitspraak kan doen over het al of niet orthogenetisch doelgericht zijn van de evolutie. Ook het doelgerichte gedrag van een "doelzoekend systeem" kan immers zowel rechtlíjnig zijn als "kris kras", "random", en "toevallig" of willekeurig lijken. En, omgekeerd, vertoont ook het gedrag van het

teleologische wezen bij uitstek, de mens, niet altijd, en zelfs meestal niet, het rechtlijnig afgaan op een doel. Het al of niet bestaan van een "purpose" in de evolutie laat zich door de paleontologische gegevens noch bevestigen, noch ontkennen. Hetzelfde argument geldt voor diegenen die zich beroepen op feiten die erop zouden wijzen dat de evolutie geen consistente voortgang vertoont. De ingewikkelde en verwarde weg, met vele doodlopende sloppen, bewijst op zichzelf noch de doelgerichtheid, noch de doelloosheid van de evolutie. Aan de hand van het gedrag alleen is over doelgerichtheid niets te zeggen [56].

Er schuilt overigens een vreemde ambivalentie in het betoog van de meeste evolutiebiologen. Enerzijds vindt men in de afwezigheid van een rechtlijnig verloop van de evolutie een reden om doelgerichtheid af te wijzen; waarbij dus klaarblijkelijk verondersteld wordt, dat doelgerichtheid impliceert dat recht op het doel wordt afgegaan, zoals dat in het doelbewust - dus niet in den blinde - handelen van de mens voorkomt. Anderzijds ziet men in het rechtlijnig "orthogenetisch" verloop van de evolutie - zoals dit bv. tot uiting komt in de voortzetting van de groei van het gewei van het Reuzenhert, ook al is dit niet meer functioneel - een reden om doelgerichtheid af te wijzen, omdat een dergelijke rechtlijnige beweging "blind" is. Dus aan de ene kant wordt doelgerichtheid afgewezen omdat het impliciet doelbewustheid vooronderstelt, anderzijds wordt doelgerichtheid (orthogenese) afgewezen omdat het "blindheid" vooronderstelt. Deze verwarrende argumentatie is symptomatisch voor vele discussies aangaande de finaliteit van de evolutie.

### 5.3.3 Orthogenese en Vitalisme

Onze tweede vraag betreft de relevantie van de aanval op het vitalisme. Vaak worden bij deze aanval precies dezelfde foute vooronderstellingen gemaakt als die welke door de vitalisten zelf in de wereld werden gebracht. Simpson en Dobzhansky beweren dat er in de evolutie geen sprake is van een vitalistisch, immaterieel agens, dat de ontwikkeling op een bepaald doel doet afstevenen. Ook bij deze vaststelling moeten enkele kritische vragen worden gesteld.

Allereerst geldt hier het bovengenoemde argument, dat een dergelijk immaterieel principe, indien het zou bestaan, zich niet op basis van alleen het fossielen-materiaal laat ontkrachten. Het laat zich er overigens ook niet door bevestigen, zoals de aanhangers van de orthogenese leken te menen.

Op de tweede plaats is hun bewering niet correct, omdat er een overigens zeer voor de hand liggende "category mistake" wordt gemaakt: Ongemerkt wordt het ontwikkelingsproces van de evolutie zelf vergeleken met het ontwikkelingsproces van de embryogenese, en worden modellen ter verklaring van de finaliteit in de embryogenese van toepassing verklaard op die van de evolutie. Zo werd, naar het model van het vitalisme met betrekking tot de embryogenese, door de orthogenetische opvatting een vitalisme met

betrekking tot de evolutie gepostuleerd. Door de opvatting van een evolutionaire levenskracht nu te kritiseren, bevestigen Simpson et al. impliciet deze "category mistake"!

Hun argument komt op het volgende neer:

- Evolutie en Embryogenese zijn beide Ontwikkelingsprocessen,
- In het vitalisme, worden de doelmatigheid en doelgerichtheid van organisme en embryogenese verklaard in termen van een levenskracht ("entelechie"),
- Door de orthogenetici wordt ook voor de evolutionaire trends, een dergelijke levenskracht gepostuleerd, die naar analogie met de entelechie van de vitalisten, aan de evolutie een richting zou geven.
- Derhalve kan de doelloozakelijkheid in de evolutie bestreden worden door een aanval te plegen op de hypothese van het bestaan van deze kracht.

Dezelfde soort argumenten die dienden om het bestaan van doellozen in de embryogenese te ontkrachten worden dus gebruikt om doelloozakelijkheid in de evolutie te ontkennen. In het hoofdstuk over het vitalisme hebben we reeds beargumenteerd, dat deze argumenten niet adequaat zijn. Hier is echter nog een ander kritiekpunt van kracht: in de opvatting van de orthogenese en in die van haar bestrijders, wordt namelijk op stilzwijgende wijze de evolutie tot een ding in ontwikkeling gesubstantieerd. De evolutie wordt beschouwd als een systeem, een organisme in ontwikkeling. Maar deze vergelijking tussen embryogenese en evolutie moet allereerst gerechtvaardigd worden.

Het is dus duidelijk dat de aanval op de orthogenese in dezelfde val verstrikt is als de theorie die aangevallen wordt. Beide veronderstellen immers dat de evolutie een proces is waarin "iets" (een systeem?, een entiteit?, een kosmisch organisme?) zich ontwikkelt. In tegenstelling tot de embryogenese die wel degelijk organismen betreft, kan de evolutie nauwelijks als een organisme worden voorgesteld.

Het verschil tussen beide ontwikkelingsprocessen wordt bovendien reeds duidelijk uit het feit dat de embryogenese geen beroep op "toeval" hoeft te doen, en dat ook niet zou mogen doen, terwijl met betrekking tot de evolutie een dergelijk beroep op toeval wel legitiem lijkt.

Op grond van deze overwegingen lijkt de aanval op de orthogenese als erfgenaam van een verhuld vitalisme, niet bijster relevant. Een dergelijke aanval verwacht voortdurend het ontwikkelingsproces op het niveau van de ontogenese met het proces op het niveau van de fylogenese.

Deze verwarring van niveaus heeft ook tot gevolg dat men de evolutie steeds in termen van het "embryogenetische of gesloten model van finaliteit" denkt, waarbij een bepaald doel zou worden nagestreefd. Bovendien wordt daarbij de doelgerichtheid, naar analogie met doelbewustheid gedacht, en om die reden als antropomorf afgewezen.

In dit opzicht is het overigens ironisch dat, terwijl de moderne wetenschap en de evolutietheorie zeggen te hebben afgerekend met het Aristotelisme, ze voortdurend het gedachtengoed van deze filosofie vooronderstellen. Zo hanteerde immers ook Aristoteles de ontwikkeling van het organisme als model voor de ontwik-

keling van de kosmos. Men zou zelfs kunnen stellen dat hij het zelfde finaliteitsmodel dat hij meende te kunnen gebruiken om de embryogenese te verklaren, ook op het kosmisch gebeuren van toepassing achtte. In dit opzicht is zijn natuurfilosofie door en door biologisch. Doch de door Aristoteles voorgestelde visie op de natuur als een gesloten systeem zou voor een moderne bioloog niet meer zo vanzelfsprekend moeten zijn.

Voor Aristoteles was een dergelijk gesloten, embryogenetisch model van finaliteit voor de gehele kosmos te rechtvaardigen, omdat hij de kosmos als een organisme beschouwde. Maar een dergelijk gesloten model van finaliteit is in onze tijd niet meer vanzelfsprekend en verdient een expliciete rechtvaardiging. Ofwel zijn het universum en de evolutie ervan organische systemen, of ze zijn dat niet. In dit laatste geval heeft het model van een gesloten en gepreformeerde finaliteit geen zin en gaat de kritiek op dit finaliteitsmodel aan de eigenlijke problematiek van de teleologie voorbij [57].

Belangrijk in dit opzicht is dus de vraag of, en in hoeverre, het zinvol is te zeggen dat de evolutie als zodanig een systeem is. Slechts als die vraag bevestigend beantwoord wordt, is de vraag naar de al dan niet doelgerichtheid van de evolutie zinvol. Het teleologisch karakter van individuele organismen rechtvaardigt nog niet de conclusie dat de evolutie teleologisch is, evenmin als de doelbewustheid van het menselijk handelen de conclusie toelaat dat de geschiedenis doelbewust aan het werk zou zijn [58].

### 5.3.4 Orthogenese en het Teleologie-probleem

Op de derde plaats moet kritiek worden geleverd op de identificatie van het probleem van de teleologie met het probleem van de geldigheid van de orthogenese. Afwijzing van orthogenese impliceert niet per se een afwijzing van teleologie. Men meent op grond van de, al dan niet terechte, afwijzing van een bepaalde vorm van finaliteit, iedere vorm van finaliteit te kunnen verwerpen.

Volgens Simpson en Dobzhansky e.a. heeft de evolutie "no grand and uniform plan, nor any steady progression toward a discernable goal" [59]. Zij wijzen teleologie af, omdat de orthogenese een gedetermineerde ont-wikkeling naar een bepaald eind-doel impliceert. De evolutie volgt dan "een voorbeschikt pad en het resultaat is gepredestineerd" [60]. Het "opportunistische" karakter van de evolutie zou volgens hen echter aantonen, dat er geen sprake is van orthogenese en dus ook niet van doelgerichtheid of teleologie. Maar, zoals ook Van Melsen terecht opmerkt: "Orthogenese is [...] slechts een bepaalde vorm van finaliteit, zij representeert niet de finaliteit als zodanig" [61].

Simpson, Dobzhansky and hun collegae begaan de fout te denken dat de teleologie een rechtstreekse beweging naar een voorbestemd doel impliceert. Maar teleologie impliceert niet noodzakelijk een rechtstreekse beweging naar een voorbestemd doel. Dit blijkt bv. een bewuste voorstelling van een doel niet altijd en meestal niet, uit allerlei "doelgerichte" activiteiten van de mens, waarbij van

sprake is. Mensen spreken, zwerven, schetsen en componeren zonder hierbij een duidelijk en vaststaand doel voor ogen te hebben. Dit blijkt met name uit het "trial and error" gedrag van de kunstenaar die iets schept. In dit verband is het verhelderend te horen hoe bv. de choreograaf Hans van Maanen het creatieve proces omschrijft als "een vallen en opstaan", waarin de rol van de "geniale fout" een fundamentele rol speelt.

Oorzaak van de identificatie van orthogenese met finaliteit is weer de opvatting van finaliteit als intentionaliteit. Dit moge blijken uit verschillende citaten van de betreffende auteurs. Zo zegt Dobzhansky bv. dat de evolutie het resultaat is van de natuurlijke selectie die "no foresight" heeft. Stebbins beweert dat de evolutie "was devoid of purpose" [62]. Simpson verklaart dat "There is a lack of fixed plan" en dat de evolutie "no sign of purpose" heeft. Het bestaan van een mogelijke "Purposer", kan volgens hem teruggebracht worden tot de (theologische) kwestie van "the incomprehensible position of First Cause" [63]. Maar die kwestie is natuurlijk geen probleem voor de wetenschap.

Monod tenslotte erkent dat organismen weliswaar door "design" worden gekenmerkt, doch niet het resultaat zijn van "any design, any project or purpose" [64]. Ook het recente boek van Richard Dawkins "The Blind Watchmaker" (1986), is een uitgesponnen betoog tegen teleologie in de vorm van het "Argument of Design".

Door de suggestie van intentionaliteit te ontmaskeren, menen deze auteurs ook bewezen te hebben dat iedere vorm van teleologie in de evolutie afwezig is. Monod maakt de afwijzing van teleologie zelfs een kwestie van wetenschappelijke integriteit: het bestaan van teleonomie in levende organismen is een voortdurende uitdaging aan de wetenschap, die uitgaat van "the systematic denial that 'true' knowledge can be reached by interpreting phenomena in terms of final causes - that is to say, of 'purpose'" [65].

Zowel de voorstanders van het finalisme, zoals Lecomte de Nouy (1947), en Teilhard de Chardin (1960), als de tegenstanders ervan, zoals Simpson, Monod, Dobzhansky en Dawkins, zijn in deze misvatting gevangen. Zij verstaan teleologie eigenlijk als een vorm van preformisme, als een verhuld predestinatie-denken, waarin de toekomst, in de vorm van een vaststaand, voorgeweten en voorspelbaar doel, het heden bepaalt en richting geeft. Teleologie wordt daardoor bovendien verward met voorspelbaarheid. In het voorgaande hoofdstuk hebben we op deze identificatie van teleologie met voorspelbaarheid reeds uitvoerig kritiek geleverd. We hebben deze opvatting het "gesloten" model van finaliteit volgens het model van de embryogenese, genoemd. Er bestaat echter ook zo iets als een open model van finaliteit waarin doelgerichtheid niet gekoppeld is aan een vooraf reeds vastgesteld doel, zoals bv. het geval is bij het creatieve bezigzijn van de kunstenaar en wetenschapper. Ook de evolutie is een dergelijk creatief en open proces. Dat was het originele inzicht van Bergson en Whitehead.

## 5.4 Systeemtheoretische Evolutietheorie

### 5.4.1 Inleiding

In het voorgaande zagen we dat evolutiebiologen ieder beroep op teleologie, dat wil zeggen op doelloorzakelijkheid, als verklaring van de trends in de evolutie, unaniem afwijzen. Deze trends zijn volgens hen het gevolg van de natuurlijke selectie, die het toevalskarakter van de mutatie en recombinatie "stroomlijnt".

Steeds meer biologen echter achten ook een beroep op de rol van het toeval onwetenschappelijk. Door de "Hypostasierung des Zufalls" [66] wordt het verklarend vermogen van de evolutietheorie immers aanzienlijk beperkt. In de loop van de ontwikkeling van de evolutietheorie, is de rol die aan het toeval wordt toegeschreven, dan ook steeds verder ingeperkt. Terwijl het Neo-Darwinisme zowel de natuurlijke selectie als de genetische variatie aan het toeval weet, trachtte de New Synthesis, door de statistische aanpak van de populatie-genetica, de rol van het toeval door de "wet van de grote getallen" en kans-berekening berekenbaar te maken, en benadrukte de "richtende rol van de selectie". Ook de concepten van genetische homeostasis (Mayr) en van embryogenetische homeorhesis (Waddington), waren pogingen om de rol van het toeval in te dammen.

Volgens verschillende hedendaagse biologen, zoals Riedl, Rensch, Schoffeniels, en Wuketits, is de rol van het toeval echter nog minder groot dan door de moderne synthetische theorie wordt verondersteld. Zij trachtten aan te tonen dat de evolutie aan onveriddelijke systeemwetten, waarschijnlijkheidswetten, ontwikkelingswetten enz., gehoorzaamt.

Als reactie op het populair geworden boek van Monod "Le Hasard et la Nécessité", waarin de rol van het toeval centraal stond, schreef Schoffeniels zijn "Anti-Hasard" (1973), waarin hij op basis van thermodynamische analyses, beargumenteert dat veel van de processen die nu nog aan het toeval worden toegeschreven, uiteindelijk wel degelijk voorspelbaar en berekenbaar zijn: "We know today that chance does not occur in biology" [67].

Schoffeniels wijst met name de notie van toeval in het betoog van Monod af omdat, naar zijn mening, het wel degelijk mogelijk is de aard en de plaats van mutaties te bepalen: "Spontaneous mutation also obeys the laws of physics and chemistry and our knowledge of the chemistry of DNA." "All known physico-chemical behavior is precisely determined" [68]. Alle gegevens wijzen er volgens hem op, dat zowel de gebeurtenissen in de biosfeer, als de evolutie gedetermineerd zijn ("deducible from first principles") door de beginselen van de thermodynamica [69]. Zoals uit het werk van Prigogine blijkt is "creation of order by fluctuation" mogelijk. Hierbij ontstaan zogenaamde "dissipatieve" structuren [70] die zich handhaven en hun graad van entropie door een energie-flow verminderen [71]. Het ontstaan van de eerste organismen kan worden beschouwd als de vorming van dergelijke dis-



sipatieve structuren [72]. De thermodynamische aanpak van de evolutie was de aanzet tot de ontwikkeling van de zogenaamde Thermodynamische Evolutietheorie (TDET) van mensen als Wiley, Brooks en Wicken [73].

In de pogingen om de rol van het toeval in de evolutie ten voordele van wetmatigheid en voorspelbaarheid in te perken, speelt ook de systeemtheoretische evolutie-theorie (STET) een belangrijke rol.

Deze theorie, die door o.a. Reidl (1975) werd voorgesteld, doet beroep op de theorieën van Von Bertalanffy en Wiener, en maakt gebruik van concepten als "homeostasis" en "feedback". Vooral de leerling van Riedl, de bioloog en filosoof Franz Wuketits maakt zich in verschillende van zijn boeken sterk voor deze aanpak [74].

Volgens Riedl en Wuketits is de synthetische theorie, ofschoon niet foutief, niettemin onvolledig omdat deze te weinig aandacht schenkt aan de zelf-regulatie door feedback-mechanismen tussen organisme en omgeving, en aan de inherente, gedetermineerde tendens van de materie tot zelf-organisatie. Hun aanpak pretendeert een adequate wetenschappelijke verklaring te geven voor de evolutionaire trends in de evolutie en bovendien voor het probleem van de teleologie met betrekking tot de evolutie.

Alles wat er in de wereld gebeurt kan, volgens Riedl, of aan het toeval of aan noodzaak toegeschreven worden. "Dies ist eine Scheidung nach der Möglichkeit der Voraussicht" [75]. Het onvoorspelbare, het onzekere, verklaren we door het toeval; het voorspelbare, het zekere, verklaren we door noodzakelijkheid en wetmatigheid. Het is de taak van de wetenschap het domein van het toevallige steeds verder in te perken.

Door de STET kan de evolutie, volgens Wuketits en Riedl zowel aan de hegemonie van het toeval, als aan de hegemonie van het determinisme worden onttrokken: "Der Zufall wird mithin von Natur-gesetzen gesteuert" [76]. Aan deze benadering wordt dan de conclusie gekoppeld dat iedere vorm van teleologie overbodig wordt. De moderne systeemtheoretische analyses van biologische systemen zouden zowel "het gevaar van finalisme" als dat van "toeval" kunnen vermijden. Daardoor kunnen "obsolete begrippen" als "functie", "finaliteit" en "toeval" uit de wetenschappelijke biologie geweerd worden, en zodoende zouden allerlei metafysische leerstellingen uit de biologie verdwijnen. Een systeemtheoretische evolutietheorie die de synthetische theorie in zich opneemt, maakt volgens Wuketits, een wetenschappelijke herwaardering van de finaliteit in de evolutie mogelijk [77].

In deze betogen spelen de begrippen van "zelf-regulatie" en "zelf-organisatie" een fundamentele rol. Een discussie van hun claims vergt dan ook eerst een nadere toelichting.

#### 5.4.2 Principe van Zelf-Regulatie

De eerste aanzet tot een systeemtheoretische evolutietheorie werd gegeven door Riedl. In Riedl's "Ordnung des Lebendigen" (1975), wordt de systeemtheoretische aanpak van de evolutie uitvoerig beargumenteerd en gedocumenteerd. Zijn theorie gaat uit van het inzicht dat "die Wirkungen des Evolutionsmechanismus auf das, was wir seine Ursachen nennen, selbst zurückwirken" [78]. In de synthetische theorie wordt naar zijn mening te weinig aandacht geschonken aan de feedback-mechanismen tussen de verschillende hiërarchische niveaus van het organisme en tussen het organisme en de omgeving. Door een systeemtheoretische benadering van deze relaties, zou het toevalselement in de evolutie worden verminderd, doordat de resultaten van succesvolle mutaties op het niveau van het fenotype naar het niveau van het genotype teruggekoppeld worden.

Naast de algemeen erkende extern werkende natuurlijke selectie, is een "interne selectie" werkzaam, die met de externe selectie in een actieve wisselwerking staat. Deze interne selectie is het gevolg van het zelf-regulerende karakter van het organisme. Een levend organisme is immers te karakteriseren als een hiërarchisch-geordend en homeostatisch systeem, dat tracht, middels tegenkoppeling en zelf-regulatie, zijn "milieu intérieur" constant te houden, ondanks wisselingen in het "milieu extérieur." Hierbij bepaalt elk hoger-hiërarchisch niveau in belangrijke mate wat mogelijk is op lager niveau. Elk systeem bepaalt de randvoorwaarden voor zijn sub-systemen. "Ein System wirkt somit auf seine Sub-systeme selbst schon selektiv" [79]. De overeenkomst met de ideeën van Lloyd Morgan en Smuts is overigens evident.

De combinatie en wisselwerking van interne en externe selectiemechanismen vormt de grondslag van de systeemtheoretische evolutietheorie. De terugkoppelingsmechanismen tussen de verschillende niveaus van genotype, epigenotype, fenotype en milieu, zijn de oorzaak van een "Selbststeuerung" van de evolutie. Alleen hierdoor ontstaat het "Richtungshafte" in de evolutie. Het veelvoud aan mogelijkheden van oorzaak-effect relaties wordt namelijk door de terugkoppeling van effecten op oorzaken gekanaliseerd. "Die Konsequenzen der Theorie sind Evolutionsbahnen, die sich selbst regeln und gestalten, die sich in sich selbst entwarfen" [80].

De evolutie is dus geen vrij gebeuren, maar wordt mede bepaald door het reeds aanwezige. Er is slechts sprake van vrijheid in de marge. Jeroen Bosch-achtige metamorfosen worden nimmer waargenomen en, indien zich al monstrositeiten ontwikkelden, dan waren ze incidenteel en niet de aanzet tot nieuwe ontwikkelingslijnen. De verschijnselen van kanalisatie (Waddington) en van genetische homeostasis (Mayr) laten volgens Riedl zien, dat het reeds gerealiseerde - het aanwezige genotype en het bestaande ontwikkelingspatroon van het organisme - in belangrijke mate bepaalt wat mogelijk is. Daardoor bestaat er in de evolutie meer bepaaldheid en gerichtheid dan vrijheid. "Alle Evolution ist dirigiert und zumeist ist sie es in erstaunlich hohem Masse" [81].

### 5.4.3 Principe van Zelf-Organisatie

Wuketits, Riedl e.a. doen voortdurend een beroep op het concept van "zelf-organisatie". Ook de evolutie wordt door hen gedefinieerd als een proces van "zelf-organisatie". "Die Evolution selbst bedeutet gleichsam soviel wie Selbstorganisation" [82]. Het vermogen tot zelf-organisatie wordt als een fundamentele eigenschap van de materie beschouwd.

Dergelijke opvattingen werden ook geformuleerd door o.a. Rensch (1975), Eigen (1975), Jantsch (1975) en Bresch (1977). Evolutie is voor hen zelfs een fundamenteel principe van de materie: "Evolution ist ein Prinzip der Materie" (Wuketits, 1981). Evolutie is een "Wachstum von Mustern" (Bresch, 1977), een "Proces of self-organisation" (Jantsch, 1975). Daarbij volgt de evolutie steeds een fundamenteel grondbeginsel, namelijk, het beginsel van de "integratie" van voorheen onafhankelijke eenheden tot "nieuwe gehelen, ("Wholes", "Muster") waarin zich nieuwe eigenschappen openbaren door "emergentie" [83]. Een "Muster" is een combinatie van een beperkt aantal bouwstenen die uit een groter aantal gekozen kunnen worden. De in de loop van de evolutie gerealiseerde "Muster", waren echter a priori zeer onwaarschijnlijk en onvoorspelbaar. Deze integratieprocessen zijn het gevolg van het vermogen tot de zelf-organisatie van de materie, dat overigens reeds in de eigenschappen van de elementaire deeltjes is gefundeerd [84].

Voorals Eigen (1975), heeft een belangrijke bijdrage geleverd tot het inzicht in de processen van zelf-organisatie van de materie en in de rol van het toeval daarin [85]. Zelf-organisatie wordt door Eigen gedefinieerd als:

nichts anderes als die aus definierten Wechselwirkungen und Verknüpfungen bei strikter Erhaltung gegebener Randbedingungen resultierende Fähigkeit, spezieller Materieformen, selbstreproduktive Strukturen hervorzubringen [86].

Door zelf-organisatie schakelen moleculen zich zodanig aaneen, dat ze, mede via de werking van terugkoppelingsmechanismen, stabiele eenheden vormen, die in een soort van strijd om het bestaan verweekeld raken.

De bouwstenen worden weliswaar toevallig, maar niet willekeurig samengevoegd: niet alle combinaties zijn immers mogelijk. Sommige combinaties zijn niet stabiel of vallen zeer snel weer uiteen. Bovendien werken de reeds ontstane combinaties weer mee bij het ontstaan van nieuwe. De ontstane combinaties zijn het resultaat van een keten van toevalligheden, die echter door de resultaten van voorgaande toevalsgebeurtenissen, steeds meer in aantal worden beperkt [87]. "Die Biogenese ist kein Produkt eines absolut blinden Zufall sondern ein phasenartiger, durch die Natur innerplanmäßig selbstorganisierter organisch-stofflicher Gesamtprozess" [88].

De in de evolutie herkenbare trends zijn dus volgens bovenstaande uiteenzettingen het gevolg van zowel het proces van "zelf-organisatie" van de materie, waardoor steeds complexere systemen ontstaan, als van in deze systemen werkzame "zelf-regulatie". Beide processen beperken het toeval. Van een volstrekt ongecontroleerd toeval in de evolutie is dus geen sprake. Het toeval wordt veeleer door natuurwetten gestuurd. "der Zufall des Elementarereignisses [wird] durch ein mathematisch formulierbares und makroskopisch wirksames Naturgesetz gesteuert" [89]. De evolutie is "weder das Produkt des blinden Zufalls, noch irgendwie vorgeplant; weder Sinnlos, noch von a-prioristischem Sinn" [90]. De gerichtheid van de evolutie is een gevolg van de interactie tussen Toeval en Noodzaak, zoals het door Wuketits kernachtig wordt uitgedrukt.

#### 5.4.4 Systeemtheoretische Evolutietheorie en Teleologie

Met deze systeemtheoretische aanpak hoopt vooral Wuketits een wetenschappelijke rechtvaardiging te kunnen geven van de (schijnbare) teleologie in de evolutie. Door de evolutie als een holistisch proces te beschouwen, dat met behulp van de concepten uit systeemtheorie en cybernetica kan worden beschreven, gesimuleerd en verklaard, wordt het mogelijk om het begrip van de doelloorzaakelijkheid in de evolutie te revalueren en te revitaliseren. "Die Frage, ob die Evolution bestimmten vorgegebenen Zielen zustrebt oder ob sie völlig 'planlos' verläuft, wird im Endeffekt zur Scheinfrage" [91].

Het oorzakelijkheidsconcept dat aan de basis van het Neo-Darwinisme ligt, wordt volgens Wuketits gekenmerkt door een "unilaterale, lineare Kausalität" (door hem ook "Exekutiv-kausal" genoemd). Sedert Weismann's kiemplasma-theorie en de opkomst van de moderne moleculaire biologie geldt immers het "centrale dogma": het genoom bepaalt het fenotype, niet vice versa. De relatie tussen mutatie en selectie wordt daardoor echter veel te simplistisch voorgesteld.

Het lineaire oorzakelijkheidsconcept kan de evolutie van het leven volgens hem niet op adequate wijze verklaren [92]. In die zin hadden de vitalisten gelijk toen ze zeiden dat, bij de verklaring van de evolutie, op een of andere wijze een beroep gedaan moet worden op een vorm van doelloorzaakelijkheid. Welnu, volgens Wuketits is het probleem van de doelloorzaakelijkheid in de evolutie door de wetenschappelijke inzichten van de systeemtheorie en de cybernetica door Von Bertalanffy en Wiener, volkomen opgelost. De systeemtheoretische evolutietheorie biedt de mogelijkheid om de finaliteit tot zijn recht te laten komen, doordat er een nieuwe kijk op de oorzakelijkheidsrelaties in de evolutie gegeven wordt. In plaats van een lineaire causaliteit, verschijnt het beeld van een "vernetzten Kausalität" [93].

Finaliteit is in het licht hiervan niet het gevolg van mysterieuze levenskrachten, zoals het vitalisme veronderstelde, maar ze is systeemtheoretisch te beschrijven in termen van "zelf-regulatie"-mechanismen, die mechanistisch-causaal te verklaren

zijn [94]. Door deze "Kausalisierung der Teleologie" wordt finaliteit een natuurwetenschappelijk aanvaardbaar concept, en de eeuwenlange tegenstelling tussen de causale en teleologische beschouwingswijze "ophefbaar".

Doeloorzakelijkheid wordt opgevat als "holistische interactie", waarin de hogere "Seinsstufen" in de "hiërarchie van de reële wereld", de lagere medebepalen, en vice versa. Dit gebeurt volgens het volgende schema: Atomen<->Moleculen<->Biomoleculen<->Cellen<->Weefsels<->Organen<->Organismen, waarbij de naar rechtslopende richting de werkzaamheid van de causa efficiens, de naar linkslopende richting die van de causa finalis aangeeft. Het naar rechts verlopende proces wordt verklaard door het vermogen tot zelf-organisatie van de materie, waardoor voortdurend nieuwe systemen van hogere rangorde ontstaan. De linksgaande richting geeft de zelf-regulatie door terugkoppeling aan.

Door de toenemende complexiteit van de evolutie ontstaan er nieuwe wetmatigheden, "Systemgesetzmäßigkeiten", die de verdere ontwikkeling bepalen en richting geven. De evolutie is volgens Wuketits een proces van "zelf-planning" dat zijn eigen wetten schept en zichzelf richt en reguleert. De schijnbare planmatigheid van de evolutie ontwikkelt zich geleidelijk, als resultaat van zelf-organisatie en van de wisselwerking tussen mutatie, interne selectie en externe selectie. "Es gibt keinen plannenden Geist, weil sich die Evolution selbst plant und sich ihre Zwecke und ihre Gesetze selbst geschaffen hat und sie noch immer schafft" [95]. Door de STET is planmatigheid geen metafysische aangelegenheid meer, maar een onderwerp van wetenschappelijke theorievorming. Of in de woorden van Wuketits:

"Damit erscheint die Evolution-entgegen der Annahme einer prästabilisierten Harmonie nach Leibniz - als ein sich selbst richtendes Geschehen, ein Geschehen, welches sich seine Gesetze selbst schafft und mit Zunahme der durch es bedingten Komplexität im Bereich des Lebenden sich in immer grösseren Ausmass selbst reguliert [...] Evolution wird mithin zum Ausdruck einer "post-stabilisierten Harmonie" [96].

De finaliteit van de evolutie is, als gevolg van zelf-organisatie en zelf-regulatie, in de loop van de evolutie ontstaan: "Die Finalität des Lebendigen ist schrittweise mit der Evolutionsdynamik entstanden" [97]. Of zoals Wuketits het kernachtig uitdrukt: "Die Evolution schafft sich ihre Zwecke selbst" [98].

Ook Rupert Riedl (1976), komt tot eensluidende bevindingen: door "Selbst-Regulation", "Selbst-Organisation", "Selbst-Replikation" ontstaat

Selbst-Sinngebung mit inneren Zweckmässigkeit als ein Ergebnis der Selbststeuerung der organischen Organisation. Dieser Selbst-Sinn entsteht mit der Kreatur selbst. Jedes Lebewesen ist ein Biosystem der Selbstplanung, Selbstrichtung und Selbstkanalisierung [...] jegliche der Millionen Evolutionsbahnen hat ihre Richtung, ihren Sinn und ihr Ziel [99].

Wuketits beschouwt causaliteit en teleologie als complementaire aspecten van de werkelijkheid. Volgens hem is de dichotomie tussen werkoorzaak en doelloorzaak in het licht van de systeemtheorie op te lossen en zijn de vier oorzaken van Aristoteles als verschijningsvormen van een geheel te beschouwen: "Die Erkenntnis dieses dialektische Prinzips im Aufbau und Funktion lebendiger Systeme, führt zu einer neuen Bewertung der vier Ursachen" [100]. Ook Jantsch beweert dat

As the apparent dichotomy between internal and external factors becomes dissolved when the self-organizing evolutionary process is considered simultaneously at various hierarchical levels, determinism and finality also become aspects of the same process [101].

#### 5.4.5    Kommentaar en Conclusie

Vele bezwaren tegen deze eenvoudige "Aufhebung" van het probleem van de teleologie in de evolutie kunnen we ontleen aan ons commentaar in de voorgaande hoofdstukken. Hier kunnen we dan ook relatief kort zijn. De analyse van het vraagstuk van de teleologie is niet adequaat om de volgende redenen:

- Teleologie wordt opgevat als terugwerkende causaliteit, als een predestinatie en als voorspelbaarheid. Noch het concept van holistische interactie, noch van systeem-wetmatigheid, noch dat van terugkoppeling, kunnen de teleologie op adequate wijze verklaren, en wel voornamelijk daarom niet omdat zij teleologie reeds vooronderstellen.
- Er wordt "dubbel spel" gespeeld met het begrip "toeval".
- De evolutie wordt op niet gerechtvaardigde wijze beschouwd als een systeem.
- Op verschillende niveaus wordt teleologie voorondersteld.

##### 5.4.5.1   Dubbel-Spel

Reidl en Wuketits beweren dat de systeemtheoretische evolutietheorie, de evolutie zowel aan de hegemonie van het toeval als aan de hegemonie van een volstrekt determinisme onttrekt. Maar het is duidelijk dat hier dubbel spel met het begrip "toeval" wordt gespeeld. Immers de rol van het toeval wordt slechts kleiner gemaakt door het deterministische karakter van de evolutie te benadrukken, en de rol van de wetmatigheid wordt kleiner gemaakt doordat het toevalselement via een bedekte erkenning van de teleologie weer wordt toegelaten. Immers, de nadruk op de deterministische aspecten van de evolutie betreft de cybernetische terugkoppeling, hetgeen suggereert dat we te maken zouden hebben met de werkzaamheid van doelloorzaken.

#### 5.4.5.2 Teleologie als Terugwerkende Causaliteit

Het probleem van de teleologie wordt begrepen als een vorm van deterministisch preformisme. "Gerichtheid" wordt opgevat als het gevolg van gedetermineerdheid en wetmatigheid. Aan deze opvatting ligt, zoals we reeds vele malen hebben betoogd, het model van intentionaliteit ten grondslag. Door de identificatie van het probleem van teleologie met voorspelbaarheid, met gedetermineerdheid, en intentionaliteit, beschouwt de STET hoogstens een enkel aspect van de problematiek van de teleologie.

Bovendien, als finaliteit slechts een vorm van mechanische causaliteit en wetmatigheid is, dan heeft Toeval in de betekenis van "onbedoeldheid", geen betekenis meer. Desondanks blijkt die betekenis van toeval een grote rol te spelen.

Wat wordt er met toeval bedoeld, als toeval tegenover doelgerichtheid wordt geplaatst en als doelgerichtheid uiteindelijk niets anders is dan een uitdrukking van mechanistische causaliteit? Als binnen deze nieuwe teleologie-opvatting doelgerichte processen in de levende natuur van toevallige processen in de niet-levende natuur worden gescheiden, dan kan daarmee niet bedoeld zijn dat er in de niet-levende natuur geen wetmatigheid heersen zou, maar evenmin dat er in de levende natuur een doelstellend agens werkzaam is [102].

Als het doelgerichte het toevallige uitsluit, zoals wordt aangenomen, dan worden in deze stelling twee categorieën met elkaar verwisseld, namelijk die van "het bedoelde" en die van "het noodzakelijke". Het betreft hier een duidelijk voorbeeld van een "category-mistake" [103].

#### 5.4.5.3 Evolutie als Systeem

Door beroep op zelf-regulatie door feedback wordt impliciet de evolutie beschouwd als een systeem, naar het model van de ontogenese van een organisme. In deze benadering, die reeds eerder in dit werk bekritiseerd werd, wordt dezelfde fout gemaakt als die welke Gilbert Ryle beschreef in zijn "Concept of Mind" (1949): Iemand die, nadat hij alle faculteitsgebouwen van een universiteit heeft gezien, en dan nog vraagt waar zich de universiteit bevindt, geeft daarmee te kennen dat hij niet weet hoe hij de term "universiteit" dient te gebruiken. Hetzelfde bezwaar treft de de systeemtheoretische evolutietheorie. Hier wordt de evolutie, zonder enige nadere rechtvaardiging, opgevat als een systeem, op dezelfde wijze waarop een organisme als een systeem wordt beschouwd. De evolutie is evenwel geen "hiërarchisch gestructureerd geheel" (hiërarchie wordt zelfs afgewezen!), maar een proces, waarin een geleidelijke toename van complexere gehelen (systemen) plaats vindt. De evolutie kan hoogstens in analoge zin als een systeem worden beschouwd. De (ruimtelijke) relatie tussen atoom en molecuul, tussen macromolecuul en organisme, tussen organisme en biotoop, is een ander soort relatie dan de (historische) relatie tussen lagere en hogere organismen. Deze analogie vereist dus

uitdrukkelijk een rechtvaardiging. Evenals bij de herkenning van dingen als systeem, impliciete en intuïtieve criteria een rol spelen (zie hoofdstuk over Systeemtheorie), zo ook in dit geval. Ook hier speelt het probleem van subsumptie, waarop we in de Algemene Discussie nog zullen ingaan.

Daarbij komt nog dat, door de evolutie als een systeem te beschouwen, men een impliciete teleologische vooronderstelling maakt. Want het is juist doordat dingen een gemeenschappelijk doel hebben, dat ze als delen van een geheel beschouwd kunnen worden [104]. De STET ontkent echter iedere vorm van doel in de evolutie [105].

#### 5.4.5.4 Impliciete Teleologie

Zoals we reeds uitvoerig in voorgaande hoofdstukken hebben beargumenteerd zijn de begrippen "systeem", "feedback", "informatie", "selectie", "adaptatie", die alle binnen het kader van de STET worden gehanteerd, impliciet teleologisch. In zoverre de STET deze termen gebruikt om de schijnbare doelgerichtheid van de evolutionaire trends op mechanistische wijze te verklaren, vooronderstelt ze dus een teleologische context.

Ook het gebruik van de termen "doel", "doelgerichtheid", "doelmatigheid", impliceert een dergelijke context, in die zin dat de betreffende auteurs er van uitgaan dat de lezers op intuïtieve wijze weet hebben van wat met deze begrippen wordt bedoeld.

Op de tweede plaats is zelf-regulatie door feedback pas mogelijk op basis van finaliteit. Een beroep op zelf-regulatie door feedback vooronderstelt bovendien een rechtvaardiging voor de opvatting dat de evolutie een systeem is.

Tenslotte: ook het concept van "zelf-organisatie" is een teleologisch begrip. Zelf-organisatie vormt juist de uitdrukking van een bepaalde gerichtheid, finaliteit in de natuur.

#### 5.4.5.5 Zelf-Organisatie, Determinisme en Finaliteit

Niet alleen door het beroep op zelf-regulatie is de STET dus impliciet teleologisch, maar ook haar beroep op het zelf-organiserend vermogen van de stof is een door en door teleologische claim.

Allereerst is reeds het spreken over vermogens een Aristotelische optie, die pas binnen een teleologisch geïnterpreteerde natuur enige betekenis heeft.

Op de tweede plaats is dit zelf-organiserende vermogen van de stof, de zelf-vormende activiteit van de stof nu juist datgene wat Aristoteles als de teleologische component in de natuur beschouwde.



Thus if a house, e.g., had been a thing made by nature, it would have been made in the same way as it is now by art; [...] generally art in some cases completes what nature cannot bring to a finish, and in others imitates nature. If therefore artificial products are for the sake of an end, so clearly also are natural products [106].

en:

If the shipbuilding art were in the wood, it would produce the same result by nature. If purpose is present in art, it is therefore also present in nature. The best illustration is a doctor doctoring himself: nature is like that [107].

Het concept "organisatie" doet overigens ook beroep op de herkenning van een richting, namelijk van lager naar hogere complexiteit van ordening: Hypercyclus->Protobionten->Eobionten->Prokaryonten->Eukaryonten->Meercelligen. De toenemende complexiteit van de evolutie is een gevolg van het feit dat atomen, moleculen, substanties en elementen geen amorfe en inerte entiteiten zijn, maar affiniteiten vertonen. Ze bezitten "gerichtheden", zich uitdrukkend in aantrekkings- en afstotingskrachten.

Finaliteit en causaliteit zijn complementaire aspecten van de stof. Zo zegt Van Melsen: "Causaliteit en finaliteit zijn correlate beginselen. Waar causaliteit is, is ook finaliteit en omgekeerd" [108]. Ook de fysische processen hebben in hun gedetermineerd causaal verloop een finaal moment, daar zij krachtens hun gedetermineerde aard, een inherente gerichtheid hebben. Dat wil zeggen, dat hun bepaalde gerichtheid een gevolg is van hun "onveranderlijk werkingspatroon dat met de natuur van de stof gegeven is" [109].

Ook Jantsch en Wuketits beschouwen causaliteit en teleologie als complementaire aspecten van de werkelijkheid. Werkoorzaak en doelloorzaak kunnen immers in het licht van de systeemtheorie, als verschijningsvormen van een geheel worden beschouwd. Men zou het hiermee eens kunnen zijn, ware het niet dat determinisme door deze auteurs wordt begrepen als noodzakelijkheid en dit weer als voorspelbaarheid. Maar niet alles wat voorspelbaar is, is noodzakelijk en niet alles wat noodzakelijk is, is voorspelbaar [110].

#### 5.4.5.6 De Natuur als Spel

Het gedrag van de zichzelf organiserende materie is volgens het inzicht van Eigen te beschrijven met behulp van de Speltheorie. Spelmodellen werden door Eigen gebruikt "zur Simulation naturgesetzlicher Erscheinungen wie Gleichgewicht, Selektion, und Wachstum", om daardoor "Parallelen aufzudecken und damit die Einheit von Natur und Geist hervorzuheben" [111]. De ontwikkeling van de materie laat zich door een spel met knikkers en dobbel-

stenen simuleren, waarbij de dobbelsteen de "generator" is van "toeval" en spelregels "den Zufallentschied der Würfel steuern". Voor Eigen is het "spel" een fundamentele eigenschap van de natuur.

"Wir sehen das Spiel als das Naturphänomen , das in seiner dichotomie von Zufall und Notwendigkeit allem Geschehen zugrunde liegt" [112].

De basiselementen voor het spel zijn toeval en wet (regel) en deze bepalen het ganse verloop van de kosmische evolutie. Ook de evolutie is als een "Spiel" te beschouwen, waarbij het toeval van mutatie en recombinitie, door bepaalde spelregels wordt gekanaliseerd. De natuurlijke selectie kan als een knikkerspel, volgens een "spezielle[n] Kombination von Regeln", gesimuleerd worden. Als gevolg van de wisselwerking tussen toeval en deze spelregels ontstaan tenslotte levensvatbare combinaties en richting in de evolutie.

Het is echter duidelijk dat een dergelijke - overigens inspirerende - interpretatie van de Natuur en de Evolutie op evident antropomorfe en teleologische begrippen steunt. Hierop komen we in de discussie nog terug.

#### Conclusie

Indien de opties van de STET om een mechanistische verklaring van de teleologie in de evolutie te geven juist zijn, dan alleen binnen het impliciete kader van een teleologische benadering van de natuur.

Al met al dan kan gezegd worden dat de aanval op de teleologie binnen het kader van de evolutie veel te wensen overlaat. Men blijkt vaak zeer onzorgvuldig met bepaalde begrippen om te springen. Dat blijkt met name ook het geval te zijn met betrekking tot het begrip "toeval". Het probleem van het toeval wordt op dubbelzinnige wijze benaderd: enerzijds als tegenstelling tot voorspelbaarheid en, anderzijds als tegenstelling tot teleologie. Het gebruik van de term "toeval" met betrekking tot de evolutie blijkt überhaupt zeer verwarrend en daarover zullen wij nu eerst spreken.

## 5.5 Evolutie en Toeval

Binnen het kader van deze studie is de vraag van het toeval belangrijk, omdat heel vaak het argument van het toeval gebruikt wordt om aan te tonen dat er binnen de evolutie geen teleologie is. Met name deze laatste stelling zal in het volgende aangevochten worden.

Biologen verschillen in het algemeen weinig van mening over de algemene aard van de evolutietheorie, dat wil zeggen over het aantal en de aard van de verschillende factoren die in de evolutie werkzaam (kunnen) zijn. De meesten erkennen dat het geen "of-of", maar een "en-en" kwestie is. Ze zijn het echter vaak volslagen oneens over het relatieve belang van elk dezer factoren. Met name geldt dit gebrek aan overeenstemming de vraag naar de betekenis van het toeval in de evolutie.

Volgens de neutralisten, als Kimura, is de rol van het toeval aanzienlijk. Volgens Rensch, Riedl, Wuketits e.a. is die daarentegen veel kleiner dan over het algemeen wordt aangenomen. Voor Dobzhansky, Simpson, Mayr, Stebbins e.a. tenslotte, speelt het toeval een weliswaar belangrijke, doch geen overheersende rol: de natuurlijke selectie transformeert volgens hen, toevalligheid in planmatigheid en doeleloosheid in orde.

Duidelijk zal zijn dat in deze kwestie van groot belang is wat men precies met "toeval" bedoelt. Daarover bestaat nu echter grote onduidelijkheid. Een discussie van het toeval dient daarom te beginnen met een poging om de betekenis van de term te preciseren.

### 5.5.1 Toeval in de Toren van Babel

Wie de literatuur over de evolutieleer bestudeert duizelt van het chaotisch gebruik van de toevalsterminologie. In de engelse literatuur vindt men woorden als "chance", "accidental", "capricious", "randomness", en in het nederlandse termen als "toevallig", "willekeurig", "wanordelijk", "ongericht", en "niet-systematisch" [1].

Daarbij komt de moeilijkheid dat dezelfde termen vaak in verschillende betekenissen gebruikt worden. Dobzhansky bv. gebruikt de term "chance" om te verwijzen naar het feit dat mutaties optreden, ongeacht de behoeften van het organisme, terwijl Simpson daarentegen hiervoor de term "random" gebruikt. Dat zij daarmee niet hetzelfde bedoelen, wordt duidelijk uit de opmerking van Dobzhansky dat de mutatie wel een gevolg is van "chance", maar alerm minst "random" is [2]. Eldredge (1982) echter, gebruikt de term "random", voor datgene wat Dobzhansky met "chance" aanduidt

[3]. Mayr gebruikt daarentegen weer beide termen met betrekking tot mutatie [4]. Terwijl Ridley (1986), "randomness" het gevolg laat zijn van "chance" [5].

Naast deze terminologische verwarring, is er een tweede oorzaak van onenigheid: namelijk met betrekking tot de vraag welke factor in de evolutie nu precies toevallig moet worden genoemd: de natuurlijke selectie, de mutatie en/of de recombinitie?

De één beschouwt de natuurlijke selectie als "toevallig", de ander als "richtend" of "gedetermineerd", weer anderen kunnen zich in beide interpretaties vinden. Dobzhansky beschouwt de natuurlijke selectie als een "anti-chance factor", die echter op een "opportunistische" wijze te werk gaat [6]. Mayr beschouwt de natuurlijke selectie als een statistisch fenomeen [7]. Eldredge daarentegen zegt van de natuurlijke selectie dat ze, ofschoon "uiterst deterministisch", toch "random" is [8].

De onduidelijkheid omtrent deze termen bestaat ook ten aanzien van andere factoren die de evolutie (kunnen) bepalen: zoals "mating", "pairing", recombinitie, "founder effect" en "genetic drift". Vooral met betrekking tot dit laatste verschijnsel is de onduidelijkheid groot: in tegenstelling tot het toevallige, maar desondanks "richtende" karakter van de natuurlijke selectie, is de "genetic drift" volstrekt "toevallig en ongericht". Terwijl selectie een richting bepaalt, is drift "silent about direction" [9].

Ook met betrekking tot "mating", "pairing", recombinitie en "founder-effect" worden de termen "chance", "random" e.a. door elkaar gebruikt [10]. Deze processen worden soms "stochastic" of "probable", dan weer "deterministic" en "indeterministic" genoemd [11].

Een derde reden voor het gebrek aan duidelijkheid hangt samen met het feit, dat "toeval" een relatief begrip is: er is slechts toeval ten opzichte van een bepaald standpunt. Doch lang niet altijd wordt aangegeven in betrekking tot wat iets toevallig is. Zelfs al geeft een enkele schrijver duidelijk aan wat hij met de term bedoelt, dan nog treden de verschillen van opvatting tussen de diverse auteurs - en soms ook bij een en dezelfde auteur - duidelijk naar voren. Zo bestaat er bv. geen eenduidigheid in de betekenis van de term "toeval" met betrekking tot mutatie. De term "toeval" wordt gebruikt om aan te geven dat een mutatie optreedt:

- 1) onafhankelijk van de behoeften van het organisme (bv. Dobzhansky, Simpson [12]),
- 2) onafhankelijk van het nut voor het organisme (bv. Futuyama, Sober [13]),
- 3) onafhankelijk van de adaptieve waarde van het organisme (bv. Monod [14]),
- 4) onafhankelijk van de overlevingskansen van het organisme (bv. Beatty [15]).

Mutaties worden echter ook toevallig genoemd, omdat hun optreden niet wordt bepaald door:

- 5) de actuele evolutietrend (Simpson, Huxley [16]),
- 6) een "steady progress upward from cosmos to mankind" (Stebbins [17]).

Waddington daarentegen gebruikt de term "random" nu juist weer als tegenstelling tot de gerichtheid van een mutatie [18].

Een vierde oorzaak van de onduidelijkheid betreft het niveau waarop de rol van het toeval zich doet gelden: op het niveau van het organisme en/of op het niveau van de evolutie van organismen. We wezen reeds eerder op deze verwarring tussen het organismale en supra-organismale niveau.

Vaak wordt uit het toevallige karakter van de mutatie in bovengenoemde zin geconcludeerd dat de evolutie als geheel geen "doel", "bedoeling" of "plan" heeft en dat de evolutie toevallig is in de zin van "onbedoeld". Maar hierbij wordt uit het toevalskarakter van mutaties-bij-organismen, zonder meer het toevalskarakter van de evolutie-van-organismen afgeleid. Zonder enige rechtvaardiging wordt van het toevalskarakter met betrekking tot tot het individuele organisme geëxtrapoleerd naar het toevalskarakter van de gehele evolutie. Zo zegt Simpson, nadat hij het toevallige karakter van mutatie heeft benadrukt [19], dat

the history of life has not been strictly random, or strictly oriented, but an odd mixture of the two, with one predominant here and the other there, but both generally present and almost inextricable combined in the evolution of any particular group [20].

Dobzhansky beschouwt de natuurlijke selectie als de anti-toevals-factor, die toevallige mutaties "ordent", waardoor de richting van de evolutie weliswaar niet voorspelbaar, maar evenmin volstrekt "random" is [21].

En Mayr beweert dat, ondanks de "randomness" van mutatie, recombinitie etc., een "belangrijke mate van onbepaaldheid in de evolutie" introduceert [22], de "direction of evolution, although not predictable, is by no means random" [23].

Uit bovenstaande analyse van het verwarde gebruik van "toeval" zal duidelijk geworden zijn dat een systematische analyse van de betekenis van het toevalsbegrip niet overbodig is, niet alleen ten behoeve van een wijsgerige verheldering van deze problematiek, maar juist daardoor ook ten behoeve van een verheldering van de wetenschappelijke problemen. Deze verheldering vereist eveneens een verheldering van het probleem van de teleologie. Het wetenschappelijke gebruik van de term "toeval" binnen het kader van de evolutietheorie kan van een dergelijke analyse van de wijsgerige problematiek profiteren. Het gaat ons echter hier niet op de eerste plaats om een uitvoerige semantische analyse van het begrip "toeval" te geven [24]. Wat we hier op de eerste plaats willen aantonen is dat, ook al erkennen wij de centrale betekenis van het "toeval" in de evolutie, dit geenszins betekent dat teleologie in de evolutie geen rol zou spelen. Hiervoor zijn er twee centrale redenen:

1) er wordt door de verschillende auteurs onvoldoende onderscheid gemaakt tussen noodzakelijke en voldoende voorwaarden. In tegenstelling tot wat door vele auteurs wordt gesuggereerd, is het onjuist om uit het feit dat toevallige mutaties en recombinities noodzakelijke voorwaarden voor de evolutie zijn, te concluderen dat ze daarom ook "voldoende" voorwaarden zijn.

2) het begrip "toeval" is zelf een impliciet teleologisch begrip.

Een analyse van de relevante literatuur laat zien dat het begrip "toeval" wordt gebezigd in twee verschillende betekenissen:

1) als het tegengestelde van het bedoelde, van intentionaliteit, waarbij dan bovendien intentionaliteit meestal wordt gezien als synoniem met teleologie, en dit vervolgens weer wordt gekoppeld aan preformisme. Door deze associaties wordt toeval ook beschouwd als het tegengestelde van voorspelbaarheid.

2) als het tegengestelde van het noodzakelijke en van wetmatigheid. Ook hier wordt toeval gezien als het tegengestelde van voorspelbaarheid [25].

De gemeenschappelijke noemer van deze twee betekenissen blijkt bij nader inzien dus hierin te bestaan, dat toeval gekoppeld wordt aan het onvoorspelbare. Iets is voorspelbaar omdat het doel reeds van te voren bekend is, of omdat het gebeuren volgens noodzakelijke wetten verloopt. Welnu, zo redeneert men, toeval sluit voorspelbaarheid uit. Het verloop van de evolutie kan niet worden voorspeld, kon niet worden verwacht en kan dus ook niet bedoeld zijn. Dus, kan er in de evolutie geen enkele vorm van teleologie zijn.

Overigens is er onenigheid over de vraag of deze onvoorspelbaarheid aan een gebrek van kennis onzientwege, dan wel aan de natuur van de dingen zelf te wijten is. Monod spreekt van "wezenlijke onvoorspelbaarheid", Schoffeniels daarentegen van "voorlopige onvoorspelbaarheid".

Het begrip "toevallig" kan dus betekenen:

(1) niet-bedoeld en (2) niet-noodzakelijk.

Binnen de discussies over de evolutie-in-haar-totaliteit, wordt vaak de eerste betekenis gehanteerd; in de discussies betreffende mutatie, recombinatie, mating en pairing, daarentegen, wordt vaak het "onbepaalde", "niet-noodzakelijke" bedoeld. We zagen overigens reeds in hoofdstuk 2, dat we ook bij Darwin dit dubbelzinnige gebruik van de term "toeval" tegenkomen [26]. Laten wij deze betekenissen nu nader analyseren.

#### 5.5.1.1 Toeval als Niet-Opzettelijkheid

In de omgangstaal wordt de term "toevallig" vaak gebruikt als synoniem voor "niet-bedoeld", "niet-opzettelijk", "per ongeluk". Soms zeggen we dat we bv. iemand toevallig ontmoet hebben. Hiermee bedoelen we dat we die persoon zonder enige opzet, zonder bedoeling ontmoet hebben. Toeval staat hier tegenover bedoeling of intentionaliteit ("design", plan), en is niet in tegenspraak met noodzakelijkheid, noch met teleologie. Immers het toevallige van de gebeurtenis is een gevolg van de samenkomst van twee onafhankelijke, teleologisch bepaalde handelingen. Alleen de samen-

komst van deze handeling was niet "opzettelijk", of "gepland".

Deze betekenis van toeval als "niet-bedoeld", wordt vaak op de evolutie als geheel toegepast. Men zegt dat de evolutie een toevallig proces is in de zin dat ze door niemand of niets bedoeld was. De evolutie heeft geen plan of ontwerp.

Maar ook wordt deze betekenis van toeval gebruikt met betrekking tot de mutatie, indien daarvan wordt beweerd dat deze onafhankelijk is van de behoefte van het organisme, of onafhankelijk is van de richting van de evolutie.

Nu worden er weliswaar in de evolutie trends herkend, maar men wil deze trends niet teleologisch noemen, omdat doelloorzaken antropomorfisme en preformisme zouden impliceren. Om de suggestie van antropomorfisme te vermijden, wordt geconcludeerd dat er in de evolutie geen doelloorzaken werkzaam zijn en dat de trends "dus" "door toeval" ontstaan zijn. Deze stelling wordt gerechtvaardigd door te wijzen op het niet-rechthoekige verloop van de evolutie, het opportunistische karakter van de selectie en het toevalskarakter van de genetische variatie. Deze argumentatie is echter om twee redenen niet steekhoudend.

1) Ten eerste is er sprake van een verwarring tussen het supra-organismale niveau van de evolutie en de processen op het niveau van de individuele organismen. Het ontbreken van een doel in het evolutieproces in haar totaliteit, wordt gerechtvaardigd door een beroep op de opportunistische natuurlijke selectie en het toevallige karakter van mutatie en recombinatie, processen die zich met betrekking tot het individueel organisme afspelen!

Bovendien wordt in dit argument onvoldoende onderscheid gemaakt tussen noodzakelijke en voldoende voorwaarden voor een verklaring: dat de doelmatigheid van een organisme het gevolg is van toeval (mutatie, recombinatie), van noodzaak (constraints) en/of van natuurlijke selectie, bewijst nog niets omtrent het al of niet bestaan van een doel(gerichtheid) in de evolutie als geheel.

2) Op de tweede plaats is, als men toeval als synoniem met "niet-bedoeld" beschouwt, enige omzichtigheid geboden. We weten hoe moeilijk het is te bewijzen dat een bepaalde handeling met opzet werd gedaan. Die zelfde moeilijkheid doet zich voor als men wil bewijzen dat iets zonder opzet gebeurt. Men kan zich hoogstens als agnosticus opstellen.

Bovendien wordt een denkfout begaan, indien "opportunistisch", "niet-rechthoekig", "kris-kras"-gedrag, als symptomen van doelloosheid worden gezien. Weliswaar kan "opportunisme", "zwerfend" gedrag een uitdrukking zijn van doelloosheid, doch dat hoeft niet per se zo te zijn. Lecomte du Noüy beweert iets dergelijks in zijn "Human Destiny". Hij geeft daarin het verhelderende voorbeeld van een rivier die, ondanks haar buitengewoon grillig en "toevallig" verloop, toch op weg is naar een "doel", namelijk de zee [27]. Het grillige en toevallige verloop van een doelgeleide raket sluit niet uit dat hij op weg is naar een doel. En ook in sport, spel en creativiteit zien we vele voorbeelden van een onvoorspelbaar, grillig, toevallig verloop, dat desondanks wel dergelijk doelgericht is.

### 5.5.1.2 Toeval als Niet-Noodzakelijkheid

In de evolutietheorie wordt echter ook beroep op "toeval" gedaan, om de suggestie van preformisme - dat eveneens het model van intentionaliteit oproept - te vermijden. De evolutie is niet gepreformeerd, want ze is immers niet voorspelbaar. De term "toeval" wordt hier dus gebruikt als synoniem met "niet-bepaald", "niet-noodzakelijk", "niet-wetmatig". Toeval in deze betekenis is een gevolg van de samenkomst van twee of meerdere causaal-bepaalde ketens van natuurlijke gebeurtenissen, waarvoor geen structurele oorzaak aangegeven kan worden, hetzij omdat er geen oorzaak is (ontologische claim), hetzij omdat wij de oorzaak ervan niet kennen (epistemologische claim). Volgens deze tweede betekenis kan toeval dus objectief of subjectief beschouwd worden.

Objectief toeval houdt in dat het toeval tot de structuur van de dingen zelf hoort. Monod blijkt een dergelijke opvatting te huldigen [28]. De term "toeval" verwijst hier dus naar de principiële onmogelijkheid om met enige zekerheid de uitkomst te voorspellen [29]. Dit objectieve element koppelt Monod aan de fysische gegevenheid dat een mutatie een kwantum gebeurtenis is, waarbij het onzekerheidsprincipe van Heisenberg geldt en waardoor de mutatie "van nature uit wezenlijk onvoorspelbaar is" [30].

Toeval in de subjectieve zin betekent dat de onbepaalbaarheid van een gebeurtenis slechts een gevolg is van ons gebrek aan kennis omtrent de bepalende oorzaken. Een dergelijke opvatting is bv. bij Rensch, Riedl, Wuketits en Schoffeniels te vinden [31]. Het is uit de vorige analyses van de STET duidelijk, dat ook daar een subjectieve versie van het toevalsbegrip gehanteerd wordt: toeval is praktisch synoniem met onkunde over oorzaken en wetmatigheden.

Omdat "toeval" in de zin van "onbepaaldheid" door verschillende biologen (Schoffeniels, Rensch, Riedl), niet als een adequate wetenschappelijke verklaring wordt beschouwd - door de verwijzing naar "toeval", wordt het verklaringsvermogen van de evolutietheorie immers aanzienlijk beperkt - zoekt men wegen om dit "toeval" in te dammen: door beroep op "constraints" (Waddington, Ho en Saunders, Gould), "evolutiewetten" (Rensch) en "systeemwetten" (Riedl) en thermodynamisch wetmatigheden (Schoffeniels, Wickens, Wiley, Brooks).

### 5.5.1.3 Toeval, Teleologie en Contingentie

Een groot deel van de verwarring in de discussies omtrent het toeval hangt hiermee samen dat men de bovengenoemde betekenissen van toeval door elkaar haalt. Op impliciete wijze worden niet-opzettelijkheid en niet-noodzakelijkheid als equivalenten



beschouwd. Deze denkfout is het gevolg van het feit dat het woord "toeval" zowel in tegenstelling tot bedoeling als tot noodzakelijkheid gebruikt wordt. Hieruit wordt geconcludeerd dat wat niet bedoeld is ook niet noodzakelijk is. Maar het niet-bedoelde sluit geenszins noodzakelijkheid uit. Toeval in de betekenis van onbedoeld, kan heel goed samengaan met noodzaak: zoals een munt die, na opgeworpen te zijn, toevallig op zijn kant blijft staan. De problematiek van de teleologie is onderscheiden van de problematiek van de noodzakelijkheid in de natuur. Indien het begrip "toeval" wordt gebezigd in de betekenis van het "niet-noodzakelijke", dan wordt daardoor eigenlijk de problematiek van het contingente verward met dat van het toevallige. Deze probleemvelden zijn niet identiek: het niet-bedoelde (en dus "toevallige") kan wel degelijk noodzakelijk (en dus "niet-toevallig") zijn. Toeval is immers het onbedoeld samentreffen van twee onafhankelijke, doch ieder voor zich causaal gedetermineerde serie van gebeurtenissen. De toevalligheid van het samentreffen sluit de gedetermineerdheid van het gebeuren echter niet uit. Immers, gegeven dat twee dingen zich noodzakelijkerwijze op een bepaalde wijze gedragen, dan kan het gebeuren dat hun gedragingen elkaar kruisen en dat daaruit bepaalde gevolgen voortkomen, die bedoeld hadden kunnen zijn, maar desondanks niet bedoeld werden. Zoals iemand die in de winkels van Kreta tevergeefs naar een Kretensische vingerhoed zocht, deze tenslotte op het strand vindt bij het zoeken naar zeldzame schelpen [32]!

De genoemde denkfout is te wijten aan een verwarring van het probleemveld van het toeval, met het probleemveld van contingentie. Deze verwarring van probleemvelden troffen we reeds aan in de discussies over toeval en contingentie in de Middeleeuwen. Toevallige gebeurtenissen zijn gebeurtenissen, die door het bewerkende agens niet bedoeld zijn. Alle toeval is voor de scholastiek echter relatief. In absolute zin bestaat er geen toeval, immers alles wat gebeurt, is door God bedoeld en als zodanig noodzakelijk.

Door deze theologisch-deterministische opvatting, die vooral onder invloed van Stoa tot een belangrijke stroming in westerse denken is geworden [33], werd eigenlijk reeds de problematiek van de teleologie verward met dat van het noodzakelijke. Deze opvatting is de grond van een preformistisch, predestinatie-denken, dat (mede) de grondslag is voor het determinisme van de natuurwetenschappen, waarin alles wordt bepaald door vaststaande natuurwetten.

Omdat nu onder toeval door de wetenschap het "onberekenbare" en "onvoorspelbare" wordt verstaan, bestaat gemakkelijk de neiging om onder de dekmantel van het "onvoorspelbare", de probleemvelden van enerzijds het toevallige als het tegengestelde van finaliteit en anderzijds, het toevallige als het contingente, met elkaar te verwarren. Immers beide soorten van toeval zijn "onvoorspelbaar". Iets is in deze opvatting "toevallig", indien het "onvoorspelbaar" is, en iets is onvoorspelbaar omdat men de redenen niet kent. Deze redenen kunnen "doeleinden" (opgevat als "bedoelingen") of "bepalende oorzaken" zijn. Iets is voorspelbaar omdat het doel reeds van te voren bekend is, of omdat het gebeuren volgens noodzakelijke wetten verloopt.

#### 5.5.1.4 Toeval en Waarschijnlijkheid

Die opvatting van de zogenaamde subjectieve contingentie ligt aan de basis van het wetenschappelijke wereldbeeld. Alles in de natuur is door noodzakelijke natuurwetten bepaald, die we echter nog niet allemaal kennen. Toeval in deze opvatting is daarom onwetendheid omtrent de oorzaken. Toeval is hier "only apparent: [...] it is the result of our ignorance, wittingly or otherwise of the precise causes" [34].

De vraag is echter of de wetenschap zich kan uitspreken over de vraag of er "echte toevalligheid" bestaat of dat toevalligheid slechts het gevolg is van onze onwetendheid. Immers, "Der Naturwissenschaftler ist nicht daran interessiert was Wahr ist, sondern nur daran was er messen kann" [35]. De wetenschap beschouwt als kenmerkend voor een toevallige gebeurtenis de onvoorspelbaarheid ervan. Ze is dus niet zozeer in de aard van het toevallige zelf geïnteresseerd, als in de waarschijnlijkheid van de gebeurtenis, die een maat is voor de kans dat er iets gebeurt. Het probleem voor de wetenschap is vooral de waarschijnlijkheid adequaat te definiëren en te mathematiseren, opdat de berekening van deze kans ten behoeve van de voorspelling, zo accuraat mogelijk kan geschieden. De term "toeval" heeft er in wetenschappelijk verhandelingen dan ook vaak deze (derde) betekenis van "kans" en "waarschijnlijkheid" ("randomness").

Dezelfde verwarring van probleemvelden van het "toevallige" met het "contingente", geldt dan ook met name voor het gebruik van de term "randomness" in de verhandelingen van evolutiebiologen. Zo beweert Rensch bv. dat de evolutiewetten "show that evolution is not undirected and random but comprehensible and predictable to a large degree" [36].

#### 5.5.1.5 Toeval en Onvoorspelbaarheid

Omdat teleologie, zoals we reeds eerder zagen, wordt begrepen in termen van het model van intentionaliteit, van doelbewustheid - en teleologie daardoor wordt opgevat als een preformisme, als een gerichtheid op een voorgeweten doel - wordt iets wat niet teleologisch is - en in die zin toevallig - begrepen als iets dat niet bedoeld is, als iets dat geen doeleinden heeft en in die zin onvoorspelbaar.

Of toeval nu wordt gebruikt in tegenstelling tot doelgerichtheid of in tegenstelling tot het noodzakelijke en wetmatige, het gemeenschappelijke element in al deze interpretaties is dat het toevallige wordt beschouwd als het onvoorspelbare.

Juist omdat het verloop van de evolutie onvoorspelbaar is, wordt teleologie (opgevat naar het preformistische model van doel-

bewustheid) afgewezen en wordt een beroep op het toeval gedaan. Het verloop van de evolutie kan niet worden voorspeld en kan dus ook niet bedoeld zijn en moet dus toevallig worden genoemd.

Omdat toeval en onvoorspelbaarheid gekoppeld worden, trekt men de conclusie dat het onvoorspelbare karakter van de evolutie een bewijs is van de doelloosheid van het proces. Maar paradoxaal genoeg vormt de onvoorspelbaarheid van de evolutie geen reden om het wetmatige in de evolutie af te wijzen. Dit paradoxale aspect was waarschijnlijk de reden waarom Simpson schreef dat de evolutie van alles een beetje is:

Evolution is neither wholly orderly, nor wholly disorderly. It certainly has no grand and uniform plan, nor any steady progression toward a discernable goal. On the other hand, it shows continued trends [...] . The history of life is an odd blend of the directed and the random, the systematic and the unsystematic [37].

### 5.5.2 Evolutie, Toeval en Teleologie

Door een verwarring van de wijsgerige probleemvelden, worden toeval, teleologie en noodzaak als elkaar uitsluitend beschouwd. Maar zoals we hebben geprobeerd aan te tonen, sluiten deze begrippen elkaar in het geheel niet uit, indien ze op de juiste wijze worden gehanteerd. Belangrijke vraag hierbij is, of een teleologische opvatting van de evolutie vereist dat het doel reeds van te voren vaststaat en voorspelbaar is. Met andere woorden, is het niet mogelijk van teleologie te spreken zonder dat het doel van te voren concreet bepaald is?

Uit de vorige discussie is gebleken dat teleologie, toeval en noodzakelijkheid elkaar geenszins uitsluiten, mits men bereid is toe te staan dat doelgerichtheid niet per se een van te voren vastgesteld doel onderstelt. We hebben reeds getracht aannemelijk te maken dat het preformisme een gevolg is van het feit dat we op impliciete wijze het model van de "gesloten finaliteit" van de embryogenese, als ont-wikkeling, "evolutio", overplanten op de ont-wikkeling van de evolutie zelf.

Het is echter heel goed mogelijk van teleologisch gedrag te spreken, zonder dat men een bepaalde voorstelling van het doel heeft, zoals bv. duidelijk wordt uit het spreken tijdens een gesprek, het scheppen van een kunstenaar of het zoeken naar de waarheid door de wetenschapper. Er is geen enkele reden waarom toeval teleologie uit zou sluiten.

1) Op de eerste plaats kan, zoals Aristoteles reeds beweerde, een toevallige (onbedoelde) gebeurtenis, het resultaat zijn van het samentreffen van twee of meer doelbewuste of doelgerichte handelingen [38].

2) Op de tweede plaats is het begrip "toeval", als "niet-bedoeld", "onvoorspelbaar", "willekeurig" en "waarschijnlijk", impliciet teleologisch. Genoemde begrippen hebben immers slechts

betekenis binnen een context van verwachtingen. Het is slechts binnen de context van mijn verwachting aangaande bepaalde mogelijkheden, dat de waarschijnlijkheidsrekening zin heeft. Het begrip "willekeurig" heeft slechts zin als men reeds verwachtingen heeft ten opzichte van datgene wat bestudeerd wordt. Men zegt dat iets in de natuur willekeurig is, als bepaalde beginselen die werkzaam hadden kunnen zijn, niet gewerkt hebben. Maar dergelijke uitspraken hebben slechts betekenis binnen een context van verwachtingen ten opzichte van genoemde beginselen.

Hetzelfde geldt voor toeval in de betekenis van onvoorspelbaarheid: slechts binnen de verwachting dat er dingen in de natuur zijn, die zich laten voorspellen, heeft het zin om van het onverwachte en onvoorspelbare te spreken.

Welnu, een verwachting is per definitie een houding ten opzichte van wat nog niet is. En als het toevallige het onverwachte is, terwijl het onverwachte slechts onverwacht kan zijn voorzover men iets verwachtte, en dus een doel voor ogen had, kan toeval onmogelijkerwijze finaliteit uitsluiten. Ook al erkennen we dus het belangrijke aandeel van toeval in de evolutie, dat betekent geenszins dat finaliteit in de evolutie geen rol speelt!.

Nu is het kiezen of delen. Ofwel is er toeval in de evolutie omdat diegene die levende verschijnselen bestudeert, verwachtingen heeft, en dan heeft het geen enkele zin te zeggen dat toeval eigen is aan de evolutie zelf, of er wordt gesteld dat het evolutionaire proces zelf een intrinsiek telos heeft, dat het mogelijk maakt aan het begrip "toeval" een zin te geven.

Men kan zich dus afvragen of spreken over toeval met betrekking tot evolutie wel enige zin heeft, als niet toch op een impliciete wijze naar een doel van de evolutie wordt gerefereerd. Indien de evolutie niet intrinsiek teleologisch is, zoals door de evolutiebiologen wordt beweerd, dan heeft het spreken over toeval ook geen enkele zin. In relatie tot wat zou de evolutie toevallig genoemd moeten worden?

Het onderscheid tussen toevallige en niet-toevallige gebeurtenissen in de evolutie is dus eigenlijk zinloos. Toeval met betrekking tot de evolutie heeft slechts zin voorzover we daarmee het onvoorspelbare, het niet te verwachten, bedoelen, maar dan spreken wij over onze verwachtingen ten aanzien van de evolutie en niet over de evolutie zelf.

Beide posities zijn overigens wel met elkaar te verzoenen, indien we aannemen dat uiteindelijk ook de mens - met zijn verwachtingen en strevingen - een product is van de evolutie. In de continuïteits-gedachte van de evolutietheorie wordt dit in principe voorondersteld. De continuïteit tussen organismen en mens impliceert dat er een teleologisch moment in de evolutie is. De mens is immers een product van de natuur. De teleologie is in de natuur, omdat de mens in de natuur is.

### 5.5.3 Conclusie

Het is uit bovenstaande duidelijk geworden dat de afwijzing van teleologie door de evolutiebiologie niet te rechtvaardigen is, en wel om de volgende redenen:

- Het probleem van de teleologie wordt geïdentificeerd met dat van de orthogenese,
- Teleologie wordt opgevat als een vorm van terugwerkende causaliteit, en als een vorm van pre-destinatie,
- Het probleem van de teleologie binnen de evolutie, wordt zonder een adequate rechtvaardiging, analoog geacht met het probleem van de teleologie tijdens de embryogenese,
- Het beroep op toeval gebeurt op onjuiste gronden,
- Het begrip "toeval" wordt op verwarrende wijze gebruikt als tegenstelling tot "planmatig" en als tegenstelling tot "wetmatig", waardoor het probleem van toeval wordt verward met dat van contingentie,
- Het begrip "toeval" is impliciet teleologisch,
- De begrippen "natuurlijke selectie", "evolutie", "opportunisme", "homeostasis", "constraint" en "tendens" zijn impliciet teleologisch,

Het is dus duidelijk dat het probleem van de teleologie in de evolutie niet op adequate wijze wordt behandeld.

Bovendien is de evolutie ook daarom niet zonder finaliteit, omdat de mens, die er deel van uitmaakt, toekomstverwachtingen heeft en over het vermogen beschikt om, op basis van zijn kennis van het evolutieproces, die evolutie te sturen in een richting, die menswaardig genoemd kan worden. Dit nu wordt met name geponereerd door die evolutiebiologen - en waarlijk niet de eersten de besten - die een vooruitgang in de evolutie menen te zien, en soms op basis daarvan een zogenaamde "evolutionaire ethiek" formuleerden. Tot hun opvattingen wenden wij ons nu eerst. Ze verschaffen ons eveneens argumenten om het probleem van de teleologie met betrekking tot de evolutie niet zonder meer af te wijzen.

## 5.6 Evolutie, Vooruitgang en Teleologie

In de vorige hoofdstukken werd de vraag gesteld naar de argumenten op grond waarvan evolutiebiologen menen dat teleologie in de evolutie moet worden afgewezen. Afgezien van het feit dat de opvattingen omtrent teleologie en toeval bij vele hedendaagse auteurs weinig adequaat is, zijn bovendien vele van de door hen gehanteerde termen, zoals selectie, systeem, informatie, zelfregulatie, zelf-organisatie etc. impliciet teleologisch.

Dit geldt nog meer voor het begrip van "evolutie" zelf. Het begrip "evolutie" is zelf vanuit een teleologisch perspectief op de natuur ontstaan. De evolutiegedachte heeft zijn oorsprong in de herkenning van een richting in de fossilaire vondsten, een herkenning van een opgang van "lagere" naar "hogere" soorten. Er wordt dus een bepaalde richting herkend, hetgeen ipso facto een doel vooronderstelt. De vraag is: op basis waarvan besluiten wij om in de veelheid van organismen een "evolutie" te zien?

Dat er een richting, een voortgang in de evolutie wordt herkend, blijkt met name ook uit de steeds terugkerende gedachte bij vele biologen dat de evolutie een vooruitgang vertoont. Zo zegt Mayr bv. dat evolutie speciatie is. Welnu,

speciation is the method whereby evolution advances. It is a progressive, not a retrogressive process [...] [and] without speciation there would be no diversification of the organic world, no adaptive radiation, and very little evolutionary progress [39].

### 5.6.1 Evolutie en Vooruitgang

Reeds Darwin schreef:

Natural selection has as its ultimate result [...] that creatures tend to become more and more improved in relation to their conditions. This improvement inevitably leads to the gradual advancement of the organisation of the greater number of living beings throughout the world [40].

Overigens waarschuwde hij wel tegen het onkritisch gebruik van de woorden "higher and lower". Desondanks is de term "vooruitgang" in verband met de evolutie, voor vele biologen verdacht. Enerzijds getuigt volgens hen de term van een antropomorfisme, omdat "vooruitgang" een waardenoordeel impliceert. Anderzijds vindt men dat de term niet relevant is, inzover ieder dier op zijn eigen wijze aan de omgeving is aangepast. Een vlieg is immers niet beter aan zijn omgeving aangepast dan een mens.

Vooral Simpson heeft zich afgezet tegen de idee van vooruitgang in de evolutie. Hij somt een tiental criteria op, aan de hand waarvan men op objectieve wijze van vooruitgang in de evolutie zou kunnen spreken:

- toename van biomassa en geografische uitbreiding en variatie,
- opeenvolging in dominantie en opeenvolgende verovering van levenssferen,
- toenemende specialisatie,
- toenemend aanpassingsvermogen (niet van aanpassing! elk organisme is immers aan zijn omstandigheden aangepast!),
- toenemende onafhankelijkheid ten opzichte van de omgeving, en een vermogen het hoofd te bieden aan een verscheidenheid van milieus,
- toenemende beheersing van de omgeving,
- toenemende complexiteit van bouw en functie,
- toename van levensenergie-niveau,
- toename van efficiëntie en zekerheid van voortplanting,
- toenemende waarneming en bewustwording van de omgeving en overeenkomstig handelen,
- toenemende perceptie van en reactie op omgeving,
- toenemende individualisering en socialisering.

Maar, zo concludeert hij, wat we over de fossiele overblijfselen weten, rechtvaardigt niet het geloof in het bestaan van een uniforme vooruitgang volgens één enkele norm. Voor geen enkel criterium kan men universele geldigheid opeisen. Vooruitgang kan volgens één van deze criteria dus zeker geen fundamentele eigenschap van al het leven zijn. In de woorden van Simpson:

In summary, evolution is not invariably accompanied by progress, nor does it really seem to be characterized by progress as an essential feature. Progress has occurred within it but it is not its essence. Aside from the broad tendency for expansion of life [...] there is no sense in which it can be said that evolution is progress. Within the framework of the evolutionary history of life there have not been one but different sorts of progress [41].

Vooral Julian Huxley heeft zich sterk gemaakt voor de opvatting dat er in de evolutie wel degelijk van vooruitgang gesproken kan worden. Hij meende zelfs dat de biologie, door de idee van evolutionaire vooruitgang, op fundamentele wijze heeft bijgedragen aan het historische perspectief van de mensheid. Huxley meent dat de belangrijkste ontdekking van Darwin was dat

evolution is a natural process, involving man as well as other organisms in its unbroken continuity; that natural selection inevitably generates novelty, adaptive improvement, and advance in general organisation; that improvement of the mental capacities of life or [...] advance in the organisation of awareness, has been one of the most striking trends in the evolution of higher animals, and has led naturally to the appearance of the distinctive mental and moral qualities of man [42].

In verschillende boeken (o.a. 1942, 1954) heeft Julian Huxley geprobeerd om objectieve criteria te formuleren aan de hand waarvan de vooruitgang kan worden beoordeeld. Noch het argument dat bepaalde eigenschappen, zoals adaptatie en specialisatie bij alle organismen voorkomen, noch het argument dat vooruitgang geen universeel verschijnsel is in de evolutionaire lijnen, acht Huxley overtuigend om te ontkennen dat er vooruitgang in de evolutie voorkomt [43].

Voor hem is het belangrijke criterium niet adaptatie, maar dominantie. Dominantie uit zich vooral in het toenemend vermogen tot controle van de omgeving en in een toenemende onafhankelijkheid van veranderingen in de omgeving [44]. Hij geeft de volgende, nogal circulaire definitie van vooruitgang:

Biological progress consists in biological improvements which permit or facilitate further improvements [...] It is the process by which 'higher' types come into being, the process operating in the succession of dominant types, the process by which the upper level of improvement or biological achievement has been steadily raised during geological time [45].

Hij onderscheidt tenslotte de volgende criteria:

- toename van complexiteit en harmonische integratie van organisatie,
- toename van differentiatie en specialisering van functies,
- toename van het prestatievermogen van het organisme,
- toenemende onafhankelijkheid van de omgeving,
- ontstaan van geestelijke vaardigheden en kennis en tenslotte wetenschap [46].

Hij besluit met de vaststelling dat het meest doorslaggegevende criterium "de verwezenlijking van mogelijkheden" is.

Fortschritt und Weiterentwicklung sind Möglichkeiten des Evolutionsprozesses und sind während der Geschichte des Lebens in beträchtlichen Masse verwirklicht worden. Das ist die eine wesentliche Tatsache, die die biologische Evolution mit der menschlichen Wertungen verknüpft [47].

Voorals de vervolmaking van het zenuwstelsel in de loop van de evolutie is van groot belang, want daarmee is het "ontwaken van de geest" verbonden [48]. Als gevolg daarvan ontstond "een wereld van mogelijkheden" in plaats van alleen werkelijkheden [49].

Er is overigens volgens Huxley geen enkele aanleiding om voor deze vooruitgang een andere oorzaak (zoals bv. een élan vital) aan te wijzen dan de natuurlijke selectie. Voor vitalisme en finalisme is er geen plaats in de evolutie. De natuurlijke selectie werkt op basis van onvolkomenheden in de reproductie en resulteert in een evolutionaire vervolmaking [50].

Ofschoon de evolutie weliswaar "a series of blind alleys" is, boekt ze wel degelijk vooruitgang. Huxley ziet wat dit betreft een opmerkelijke overeenkomst tussen de ontwikkeling van de techniek en de wetenschap, en de evolutie. Ook de geschiedenis van de wetenschap en de techniek is vaak het verhaal van falende uitvindingen en theorieën die desondanks toch in belangrijke mate tot de vooruitgang bijdragen.



Tegen het bezwaar als zou een beroep op vooruitgang antropomorf zijn, oppert Huxley de overtuiging dat een dergelijke opvatting het feit miskent dat de mens inderdaad "een grotere beheersingsvermogen over de natuur heeft, en dat hij onafhankelijker van zijn omgeving is" dan welk ander organisme ook [51].

Ook Simpson verweert zich verrassenderwijze tegen de opvatting dat antropocentrisme, dat een hoge waarde toekent aan de mens, onwetenschappelijk zou zijn. De mens behoort, beoordeeld naar de verschillende criteria, wel degelijk tot de hoogst ontwikkelde voortbrengselen van de evolutie: "balancing them warrants the conclusion that man is, on the whole but not in every single respect, the pinnacle so far of the evolutionary progress" [52]. Benadering van de mens is weliswaar geen universeel criterium, maar niettemin vanuit het perspectief van de mens, waardevol. Maar dat criterium kan geen universele en objectieve geldigheid claimen, het is "specific with respect to a selected point and subjective in this sense" [53].

Ook Waddington (1963) en Rensch (1977), formuleerden criteria met behulp waarmee vooruitgang is te beoordelen. De belangrijkste zijn:

- toenemende complexiteit,
- toenemende onafhankelijkheid van de omgeving,
- toenemend vermogen om informatie omtrent milieu op te nemen en te bewaren, te verwerken, te beoordelen en te manipuleren,
- toenemend vermogen tot beheersing van de omgeving,
- rationalisatie van structuren en functies,
- centralisatie van het zenuwstelsel,
- toenemende complexiteit en integratie van zintuigen en zenuwstelsel,
- toenemende plasticiteit van structuren en functies.

Volgens Ayala (1974), die een uitvoerig overzicht heeft gegeven van de verschillende pogingen om de vooruitgang van de evolutie op objectieve gronden te verdedigen, dient men onderscheid te maken tussen richting en vooruitgang. Hij wil het begrip "richting" handhaven om daardoor te voorkomen dat evolutie slechts tot synoniem wordt van "onomkeerbaar proces". Evolutie impliceert meer dan alleen irreversibiliteit. Het voortdurend schudden van kaarten levert onomkeerbare verandering op, maar het is geen gerichte verandering. Het concept van "richting" impliceert een serie veranderingen in een bepaalde lineaire opeenvolging. Daarentegen mag "richting" niet tot "vooruitgang" gepromoveerd worden. "Vooruitgang betekent gerichte verandering, maar niet omgekeerd" [54]. Vooruitgang impliceert een evaluatie van verschillende stadia in termen van verbetering [55].

Hij komt tenslotte tot de conclusie dat geen enkele van de pogingen om objectieve criteria te formuleren, aannemelijk heeft kunnen maken dat (impliciete) referentie naar waarden (goedslecht; hoog-laag) te vermijden is [56]. Welnu, aldus Ayala, een dergelijk waardeoordeel is noodgedwongen subjectief. Toch meent hij dat, mits men de noodzaak van die subjectiviteit erkent, het

vooruitgangsbegrip een nuttige functie heeft:

Progress has occurred in nontrivial sense in the living world because the creative character of the process of natural selection. [...] The ability to gather and to process information about the environment is an important biological parameter [and] it cannot be analysed by reference only to physiochemical elements and laws [57].

#### 5.6.2 Evolutie, Emergentie, Transcendentie, Creativiteit en Nieuwheid

Ofschoon vele biologen de term "vooruitgang" schuwen, blijken ze toch vaak de verleiding niet te kunnen weerstaan om begrippen als "creativiteit", "emergentie" en "nieuwheid" te gebruiken, die wel degelijk een impliciet besef van vooruitgang verraden.

Men spreekt van "cruciale" momenten in de kosmische evolutie, die niet zonder meer zijn te verklaren als resultaat van voorafgaande ontwikkelingen. Ze worden als "nieuwe" fasen in de evolutie beschouwd, tot stand gekomen door een "creatief" proces van "emergentie", waarin een "wezenlijk hoger" niveau wordt bereikt. Deze momenten worden cruciaal genoemd, omdat zij klaarblijkelijk een wezenlijke verandering in de ontwikkeling markeren, waarbij plotseling "volledig nieuwe" eigenschappen optreden, die niet verklaard kunnen worden, of voorspelbaar zijn op basis van de voorafgaande ontwikkelingen. Het ontstaan van het leven en het ontstaan van de mens, worden als dergelijke overgangen beschouwd [58]. Dobzhansky spreekt in dit verband zelfs van momenten van "transcendentie"

The attainment of a new level of dimension is a critical event in evolutionary history. I propose to call it 'transcendence' [...] not used in the sense of philosophical transcendentalism; to transcend is to go beyond the limits of [...] accustomed, previously utilized well-trodden possibilities of a system [59].

Transcendentie betekent hier het overschrijden van bepaalde grenzen, het uitstijgen boven de gewone, geijkte, platgetreden mogelijkheden van een systeem. Het ontstaan van het leven was een dergelijk "turning point" in de geschiedenis van de kosmos. Ook de verschijning van de mens representeert een dergelijk keerpunt. Levende wezens worden, door een stap van transcendentie, tot zelf-bewuste en dood-bewuste wezens [60]. Ook Stebbins verklaart dat de term "transcendentie" volkomen gerechtvaardigd is, omdat "the origin of life and of mankind gave rise to phenomena that were totally unpredictable on the basis of preexisting phenomena" [61].

Ofschoon deze en andere auteurs de term "echte nieuwheid" gebruiken om de transcendentie te karakteriseren, wordt door geen van hen op adequate wijze gedefinieerd wat we onder "echte nieuwheid" dienen te verstaan. Zij spreken van een "kwalitatieve sprong" in een "kwantitatief gradueel" proces, en van het optreden van "discontinuïteiten" in een proces van continuïteit [62].

Mayr geeft als omschrijving: "Evolutionary novelties [...] include any newly arisen character, structural or otherwise, that differs more than quantitatively from the character that gave rise to it"[63]. Maar wat men zich daarbij moet voorstellen, wordt in het midden gelaten. Men loopt met dit soort formuleringen het gevaar dezelfde verwijten op de hals te halen als indertijd Teilhard de Chardin, die juist door de evolutiebiologen als onwetenschappelijk werd afgedaan.

Stebbins (1982) en Mayr (1960), erkennen overigens het problematische karakter van het begrip "nieuwheid". Stebbins schrijft dat de biologie moeilijk aan de problemen van "continuïteit en discontinuïteit, van complexiteit en nieuwheid" kan ontkomen [64]. Mayr stelt vast dat een nauwkeurige definitie van nieuwheid grote problemen ontmoet [65].

Ook de term "creativiteit" wordt regelmatig gebruikt. Zo kan volgens Dobzhansky de evolutie beschouwd worden als het "creatieve antwoord op de uitdagingen van de omgeving" [66]. De evolutie is volgens hem het enige proces dat, ondanks de afwezigheid van intentionaliteit en vooruitzicht, creatief is. Omdat naar zijn opvatting niets in de evolutie gepredetermineerd is, maar de evolutie een gevolg is van een voortdurende interactie tussen organisme en omgeving, waarin zowel determinerende als toevalsfactoren een rol spelen, komt Dobzhansky tenslotte tot de conclusie dat "Evolution is a creative response of living matter to environmental opportunity" [67]. Creativiteit wordt door hem als volgt omschreven:

Creativity implies origination of novelties, of things or events or ideas which are not known to have occurred before [...] it implies furthermore production of something with internal cohesion, congruity, unity or harmony [68].

Wel haast Dobzhansky zich hieraan toe te voegen dat creativiteit het opportunistische karakter en de kortzichtigheid van de natuurlijke selectie niet tegensprekt. Immers "this process gives rise to previously nonexistent coherent entities [...] and can be described as a creative one." Het is dan ook een fundamenteel misverstand, aldus Dobzhansky, de natuurlijke selectie als een mechanistisch beginsel op te vatten.

## 5.6.3    **Kommentaar en Conclusie**

Het zal de lezer duidelijk geworden zijn dat het gebruik van woorden als "vooruitgang", "nieuwheid", en "creativiteit" niet onproblematisch is. Allerlei wijsgerige vraagstukken sluipen met deze begrippen binnen, die niet op wetenschappelijke wijze kunnen worden opgelost. Toch lijken deze begrippen onmisbaar te zijn. De evolutietheorie blijkt ook hier weer, zoals ook met de termen "toeval" en "doelgerichtheid", op meer dan louter wetenschappelijke termen beroep te moeten doen.

Inderdaad, de problematiek omtrent nieuwheid, is een uitermate moeilijke wijsgerige kwestie, die niet door wetenschappelijke analyses (alleen) kan worden opgehelderd. Overigens stelt zich de vraag naar de aard van nieuwheid niet alleen binnen de evolutie. Iedere kwalitatieve verandering, zoals bv. het ontstaan van water uit zuurstof en waterstof, roept deze vraag op. Het probleem van de kwalitatieve verandering hield reeds Aristoteles bezig en was een van de belangrijkste motieven voor het formuleren van zijn stof-vorm metafysica. Ondanks het feit dat essentialisme en begrippen als "wezen", "natuur", "essentie" door de moderne wetenschap(per) op zijn minst met argwaan worden behandeld, wordt er toch op impliciet wijze met deze begrippen gewerkt.

Zo blijkt de hele discussie omtrent evolutie impliciet doordeseemd van de vooruitgangsgedachte. Het is op basis van het feit dat wij een vooruitgang herkennen, dat de idee van evolutie überhaupt kon opkomen. We (h)erkennen in de opklimmende (!) reeks van organismen een toename aan innerlijkheid, individualiteit en geest. We begrijpen daarom de evolutie impliciet als een voortgang in de reeks: stof - leven - geest. Het is de mens die ervaring heeft van deze drie aspecten in zijn belichaamde-geestelijke eenheid en daarom als enige in staat is deze voortgang als een voortuitgang te kwalificeren. Waarom wordt anders van de overgang van stof naar leven, en van leven naar bewustzijn een "emergente eigenschap" gemaakt? Ook de bewering van Simpson dat de "geschiedenis van het leven niet alleen voorbeelden van vooruitgang, maar ook van achteruitgang of degeneratie [geeft, en] vooruitgang dus zeker niet een fundamentele eigenschap van de evolutie [is]" [69], vooronderstelt reeds dat er sprake is van vooruitgang. In die zin dat in het licht daarvan eerst van achteruitgang kan worden gesproken. De expliciete uitspraken over het ontbreken van universele vooruitgang in de evolutie zijn met de impliciete vooronderstellingen van de evolutietheorie in conflict. Dat een vlieg niet beter is aangepast dan een mens [70] bewijst slechts dat het criterium van adaptatie geen adequaat criterium is.

Weliswaar is de menselijke afstammingslijn evenmin centraal en niet de enige, maar wel is er een duidelijke algemene tendens in de ontwikkeling van leven uit stof, en van bewustzijn uit leven. Deze algemene tendens is voldoende om van vooruitgang te spreken. Ook Simpson erkende tenslotte dat de ontwikkeling in de richting van de mens, een buitengewoon belangrijke is. Juist op basis van deze richting spreken wij tenslotte over "evolutie".

Overigens is de gehanteerde standaard weliswaar axiologisch, maar niet noodzakelijk moreel, dat wil zeggen ze wordt niet noodzakelijk in termen van goed of slecht gesteld. De door Huxley gehanteerde norm van de toename van nieuwe mogelijkheden is een ander soort criterium dan de door Collingwood gehanteerde norm, die vooruitgang definieert als nadering van de mens als schepsel dat in staat is tot morele goedheid [71].

Uit de pogingen van verschillende evolutiebiologen, zoals Huxley, Waddington en Simpson, om een evolutionaire ethiek te formuleren, blijkt overigens dat zij niet alleen uitgaan van vooruitgang in de evolutie, maar deze vooruitgang zelfs moreel normatief opvatten. Volgens hen is de biologische evolutie in de mens bewust geworden en daardoor is de mens in staat, door zijn doelstreving, waardeschepping en zingeving, de evolutie te leiden:

"For him evolution is not longer something that happens to the organism regardless, but something in which the organism may and must take an active hand" [72].

Gezien in het licht van de vaak geopperde stelling dat er in de evolutie noch van teleologie, noch van vooruitgang sprake is, is dit toch wel een zeer paradoxale stelling. De evolutie wordt voorgesteld als een doelloos gebeuren, dat echter tenslotte een doelstrevend en doelbewust wezen doet ontstaan.

#### 5.6.4 Algemene Conclusie

De stelling dat teleologie in de evolutie geen enkele rol speelt is dus niet overtuigend, omdat de problematiek van de teleologie door boven besproken auteurs niet in haar totaliteit gevat wordt. Ook als de afwijzing van orthogenese terecht zou zijn, dan impliceert dat in de evolutie geenszins dat teleologie geen enkele rol speelt.

1) Op de eerste plaats vooronderstelt de natuurlijke selectie het strevende karakter van de organismen.

2) Op de tweede plaats is de beschouwing van de evolutie als een systeem, impliciet teleologisch.

3) Op de derde plaats zijn de termen die de evolutionist gebruikt om de evolutie te verklaren impliciet teleologisch. Zo kan men zich afvragen wat de betekenis is van de term "opportunisme", indien niet ook teleologie wordt voorondersteld. Maar ook begrippen zoals "selectie", "willekeur", "richtend", "tendens", en ook "constraint" (in de zin van "mogelijkheidsbeperking") zijn teleologisch, omdat ze allen het idee van "verwachting" veronderstellen.

4) Op de vierde plaats is het begrip "evolutie" zelf teleologisch, want ze drukt de herkenning van een "gerichtheid" uit. Dat is ook duidelijk uit het feit dat verschillende, vooraanstaande biologen, impliciet of expliciet, een vooruitgang in de evolutie herkennen.

5) Met name is ook het begrip "toeval" teleologisch. De verwarring die met betrekking tot het begrip "toeval" bestaat, lijkt voornamelijk het gevolg te zijn van de verwarring omtrent het probleem van de teleologie. Teleologie wordt immers opgevat als een vorm van terugwerkende causaliteit, als een predestinatie, als iets dat voorspellingen mogelijk maakt. Daardoor wordt toeval - als tegenstelling tot teleologie - zowel beschouwd als "onbedoeld" en als "onbepaald".

Al met al kan worden gezegd, dat de aanval op de teleologie binnen de evolutie, alsook de pogingen haar op een wetenschappelijke manier te revalueren, veel te wensen overlaat. Er wordt te vaak onzorgvuldig met de terminologie omgesprongen. Men beseft te weinig het dubbelzinnige en analoge karakter van de wijsgerig geladen terminologie. De deelnemers aan de discussie realiseren zich onvoldoende, dat de door hen gehanteerde termen een lange en problematische geschiedenis achter de rug hebben. Wat dat aangaat zou men mogen pleiten voor wat meer aandacht van wetenschappers voor wijsgerige vraagstellingen, en de historische ontwikkeling daarvan. Dat zou kunnen voorkomen dat wetenschappers soms menen het "wijsgerige buskruit" te hebben uitgevonden.



## ALGEMENE DISCUSSIE

Het zijn niet de Woorden,  
die de Mens iets doen begrijpen.  
Men moet eerst Mens worden,  
alvorens men ze kan begrijpen.  
(Japanse Spreuk, 17de eeuw)

"Philosophy serves culture by suggesting questions."  
(Whitehead, 1926)

## 1. Retrospectief

Het probleem van de teleologie, dat wil zeggen van het al of niet bestaan van doelloorzen in de natuur, ontstond in het Griekse denken, bij de poging een verklaring te geven van van de regelmatige, ordelijke, doelmatige en doelgerichte aspecten van de Natuur.

Hiertoe werden twee fundamenteel van elkaar verschillende oplossingen geformuleerd. In de mechanisticische opvatting, in oorsprong teruggaand op het atomisme van Democritos, wordt de doelloorzakelijkheid als verklaring van de natuurfinaliteit afgewezen. Alle orde en doelmatigheid, die we in de natuur aantreffen, wordt verklaard als zijnde het gevolg van "blind werkende krachten". Daartegenover stond de teleologische opvatting, oorspronkelijk op Plato teruggaand, die doelloorzakelijkheid ter verklaring van de natuurfinaliteit aanvaardde. De orde en doelmatigheid in de natuur zijn het resultaat van de werkzaamheid van een ordenend beginsel, dat aan de weerbarstigheid van de stof wordt opgelegd.

Door de gehele geschiedenis van het Westerse denken heen zien we deze tegenstelling tussen de aanspraken van het mechanisme en die van het finalisme. De kern van deze tegenstelling betreft de vraag of de orde in de natuur aan het toeval, dan wel aan doelloorzen te danken is.

Met betrekking tot de vorm van dit teleologische principe, kunnen twee modellen worden onderscheiden:

1) Externe teleologie; de finaliteit van de Natuur wordt beschouwd als de uitdrukking van een Plan, waarbij de doelloorzaak buiten of boven de natuurdingen staat. De kosmische orde en doelmatigheid zijn, volgens deze opvatting het gevolg van een doelgerichte Intelligentie, die vorm geeft aan de aanvankelijke Chaos. Ze zijn het resultaat van de activiteit van een wereldarchitect, de Demiurg (Plato), de Logos (Stoa), God (Christelijke Theologie). Hierbij wordt het menselijke Artefact (het product van techné, machine, mechanisme) als het paradigma van finaliteit beschouwd, en staat de metafoor van de ambachtelijke productie - met de nadruk op het (doelmatige) Product van het technisch handelen - centraal. Binnen dit perspectief wordt vooral de doelmatigheid (functionaliteit) van de natuur beklemtoond. Een dergelijke teleologie kan men een functionele teleologie noemen.

We hebben hier te maken met het "Argument of Design", dat vooral binnen het kader van de Christelijke theologie - mede op basis van Platoonse en Stoïcijnse gedachten - tot bewijs van het



bestaan van God wordt. Het meest kenmerkende van deze opvatting is dat intentionaliteit als een noodzakelijke voorwaarde voor alle finaliteit geldt.

2) Interne Teleologie; De finaliteit van de natuur wordt beschouwd als het resultaat van het "doel-gerichte" of "doel-strevende" karakter van de natuurlijke processen. In de dingen zelf is een doelloorzakelijk principe werkzaam. Hier is het levende organisme het paradigmatische voorbeeld van een natuurlijk ding. Zoals het zich ontwikkelende organisme op weg is naar de verwezenlijking van zijn vorm, zo zijn ook de andere natuurdingen op weg naar de voltooiing van hun specifieke (hun Eidos-eigene) doel (telos).

Voor al Aristoteles heeft deze vorm van finaliteit benadrukt. De natuurlijke beweging en verandering wordt verklaard als realisering van een Telos, namelijk de Vorm, die als "Entelechie" in de natuur van het ding aanwezig is, en omwille waarvan de verandering plaatsvindt. Juist omdat de natuurdingen een en-tele-chie hebben, is de techné in staat de natuur na te bootsen en te voltooien. Het kenmerkende van deze opvatting is dat Natuurfinaliteit voorwaarde is voor Handelingsfinaliteit en Intentionaliteit.

In de Middeleeuwen, waarin het Griekse erfgoed tezamen met de Christelijke theologie tot een hechte synthese wordt samengesmolten, wordt de opvatting dat natuurfinaliteit een telos-anticiperend bewustzijn vooronderstelt, dominant in het denken over het probleem van de teleologie. Omdat het moderne mechanistische beeld oorspronkelijk ontworpen werd door denkers die zelf, ondanks hun kritiek op het scholastieke denken, sterk door deze visie beïnvloed waren, is het mechanisme zelf door deze interpretatie van teleologie bepaald. Op de eerste plaats is het immers duidelijk dat het mechanisme impliciet een extern teleologische conceptie is, omdat de natuur erdoor wordt opgevat als een door de Goddelijke ingenieur doelmatig geconstrueerde machine. Op de tweede plaats is de kritiek van het mechanisme op de natuurteleologie gebaseerd op de veronderstelling dat intentionaliteit een noodzakelijke voorwaarde is voor teleologie. De fundamentele reden voor de kritiek op doelloorzaken sedert de Renaissance, was immers het argument dat het beroep op doelloorzaken in de natuur, haar oorsprong vindt in antropomorf denken, waarbij het in onszelf ervaren doeldenken en doelhandelen op God en de Natuur wordt geprojecteerd. Een dergelijk antropomorfisme wordt in de wetenschap ontoelaatbaar geacht.

Doelloorzaken in de natuur te willen zoeken en kennen, werd bovendien geacht de menselijke kenvermogens te boven te gaan, omdat we de bedoelingen van God niet kunnen kennen.

In plaats van beroep te doen op het wezen - en, daarmee samenhangend, het Telos - van het ding zelf, moesten de natuurverschijnselen worden verklaard door werkoorzaken, werkzaam volgens de mathematisch beschrijfbare natuurwetten. Daarbij werd - onder invloed van het wiskundige denken - de werkoorzakelijkheid opgevat als een logisch-noodzakelijke implicatie: effecten volgen even noodzakelijk uit de oorzaken, als conclusies uit de premissen in een wiskundige bewijsvoering. Deze "logicistische" veronder-

stelling is een van de belangrijke wortels van het determinisme van de moderne wetenschap. In de loop van de ideeëngeschiedenis vond een steeds verdergaande reductie plaats van de oorspronkelijke vier oorzaken tot de vormoorzaak die wiskundig uitdrukbaar, berekenbaar en daardoor beheer(s)baar is.

Sinds de Renaissance is het begrip van causaliteit verengd tot dat van een mechanisch deterministische causaliteit. Causaliteit werd synoniem met voorspelbaarheid. Slechts het hoe van de natuurverschijnselen kon wetenschappelijk worden onderzocht. Daarbij werd de nadruk gelegd op de relaties tussen-de-dingen, die in mathematische formules konden worden beschreven. Door deze opvatting ontstond ook de opvatting dat er een tegenstelling zou bestaan tussen doelloorzaken en mechanische oorzaken, en dat deze elkaar zouden uitsluiten.

Vooralsin Leibniz poogde, ondanks en tegen deze ontwikkeling in, de doelloorzakelijkheid binnen de natuurverklaring in ere te herstellen en deze te verzoenen met de mechanische beschouwingwijze volgens werkoorzaken. Maar doelloorzaken worden ook door Leibniz als Gods bedoelingen beschouwd. Uiteindelijk kan men, volgens hem, de wereld niet verklaren zonder beroep te doen op Gods kosmische plan.

Deze opvatting vormde het uitgangspunt van de "natuurlijke theologie" in de achttiende eeuw met haar grote nadruk op de doelmatige adaptatie van de organismen, waarvoor de opkomende levenskracht- en evolutietheorieën een natuurlijke in plaats van bovennatuurlijke verklaring trachtten te geven. In dat opzicht zijn ook deze theorieën een erfenis van de (natuurlijke) theologie, met haar nadruk op het model van de "externe teleologie".

Door de herformulering van de oorzakelijkheidsproblematiek aan het begin van de Nieuwe Tijd, ontstonden verschillende misvattingen aangaande teleologie, die bovendien vaak op het conto van Aristoteles worden geschreven:

1) Omdat finaliteit beschouwd wordt naar het model van doelbewustheid, ontstonden de preformistische, gepredestineerde, gesloten opvattingen over teleologie, waarin het doel reeds vooraf bepaald en voorspelbaar is.

2) Omdat bovendien de handelingsfinaliteit wordt begrepen als een vorm van terugwerkende causaliteit, waarin de handelingsdoeleinden op de handeling zouden inwerken, wordt teleologie opgevat als terugwerkende causaliteit.

3) Tenslotte, omdat de handelingsfinaliteit wordt beschouwd als het exemplarische voorbeeld van finaliteit, en de handelingsfinaliteit het best tot expressie werd gebracht in de doelbewuste constructie van een doelmatig artefact, wordt het probleem van teleologie identiek beschouwd met het probleem van de verklaring van de doelmatigheid in de natuur, waardoor een (te) grote nadruk kwam te liggen op het probleem van functionaliteit en adaptatie.

Mede als gevolg van deze misvattingen omtrent teleologie, ontstonden misvattingen aangaande het begrip "toeval". Terwijl aanvankelijk het begrip "toeval" gezien werd als het tegengestelde van doelloorzakelijkheid, werd - door de preformistische opvatting van doelloorzakelijkheid - toeval het tegengestelde van het

voorspelbare en noodzakelijke. De oorspronkelijke Aristotelische opvatting van het "toevallige" als het "noodzakelijke" en "niet-bedoelde", werd daardoor gecontamineerd met het probleem van het contingente, dat wil zeggen met het probleem van het "niet-noodzakelijke". Door deze begripsverwarring met betrekking tot het begrip "toeval", zijn vele beschouwingen over het probleem van teleologie en toeval met name ook in de evolutietheorie, getekend door een grote mate van onduidelijkheid.

Door de historisering van het wereldbeeld in de 18de eeuw, leek het "Argument of Design" in toenemende mate onhoudbaar te worden. Hume en Kant wezen de ontologische connotatie van het argument af en pleitten, met anderen, voor het aannemen van een zelf-organiserend vermogen in de natuur. Hierdoor leek de stelling van een externe organisator van de natuur overbodig. Maar hier ontstond een nieuwe paradox. Het mechanisme leek in staat interne natuurfinaliteit uit te bannen, maar deed impliciet beroep op een vorm van externe teleologie. Door de historisering van de natuur werd het model van de externe teleologie problematisch, en ging men in toenemende mate beroep doen op het "zelf-organiserende" vermogen van de natuur, daarmee echter impliciet beroep doend op een vorm van "interne teleologie". Het - impliciet extern-teleologische - mechanisticistische machinemodel werd afgelost door het - impliciet intern-teleologische - biologische organismemodel.

Voor Kant formuleerde een systematische kritiek op het "Argument of Design". Maar ondanks zijn kritiek op de ontologische claim van het "argument" blijft ook Kant impliciet in het model van de "externe teleologie" gevangen. We zijn immers, volgens Kant genoodzaakt om, willen we een samenhangend geheel van wetenschappelijke kennis bereiken, de natuur, en in het bijzonder het organisme, als een doelmatig systeem te veronderstellen alsóf het het resultaat was van een Goddelijk ontwerp. Ook voor Kant is het teleologische probleem vooral het probleem van de doelmatigheid in de Natuur. Met Aristoteles, stelt hij dat teleologie een noodzakelijke vooronderstelling is van alle natuuronderzoek. In tegenstelling tot de Griekse wijsgeer echter, beperkt hij de teleologie tot een intelligibiliteitsprincipe. Voor Kant is teleologie alleen een epistemologisch, "slechts" een heuristisch principe, waarmee we de werkelijkheid kunnen onderzoeken, maar dat niets zegt over de werkelijkheid "an sich".

Ook de Levenskrachttheorieën en de Evolutietheorieën staan, als erfenamen van de door de natuurlijke theologie geformuleerde problematiek van de doelmatige organisatie en adaptatie van het organisme, binnen de traditie van de "externe teleologie". Zowel de levenskrachttheorieën, alsook de evolutietheorieën poogden een - natuurlijke - verklaring van de doelmatigheid van de organismen te geven. Beide vooronderstellen daarbij dat teleologie slechts begrepen kan worden binnen het perspectief van de intentionaliteit. De vitalisten postuleerden expliciet een levenskracht die, volgens hen, de doelmatige organisatie als resultaat van de embryogenese verklaarde. Teleologie werd hiermee tevens als terugwerkende causaliteit opgevat. In de evolutietheorie, die

iedere verwijzing naar een goddelijk plan afwees, werd daarentegen, juist bij die afwijzing, impliciet aangenomen dat alle teleologie intentionaliteit vooronderstelt. Maar met de verwerping van een goddelijk scheppingsplan, werd - en passant - alle teleologie in de natuur verworpen. De kritiek van de evolutietheorie op de teleologie betrof veeleer een afwijzing van een theologische natuuropvatting, dan een beargumenteerde verwerping van de teleologie in de natuur. Ook de evolutietheorie is dus uiteindelijk het slachtoffer van het "Argument of Design".

Ook de hedendaagse analyses van het teleologieconcept zijn in verregaande mate door de "externe teleologie" opvatting bepaald. De hedendaagse revaluatiepogingen van de teleologie worden gemotiveerd door de overtuiging dat een herwaardering ervan nodig is, omdat teleologie onvermijdelijk blijkt in met name de biologie. De systeemtheorie, de cybernetica, en de angelsaksische wetenschapsfilosofie proberen teleologische beweringen tot "neutrale" beweringen te herleiden, omdat ze er vanuit gaan dat teleologie en intentionaliteit (dat als zijnde een "antropomorfisme", immers met wetenschappelijke verklaringen niet te verzoenen is) hand in hand gaan.

## 2. Falen van de Herformuleringspogingen

In deze studie heb ik gepoogd aan te tonen waarom de moderne voorstellen om teleologische begrippen tot niet-teleologische en mechanische begrippen te herleiden, falen. Uit deze analyse is gebleken dat deze mislukking te wijten is aan een aantal fundamentele begripsverwarringen. De voornaamste hiervan zijn:

- 1) de verwarring tussen teleologie en doelbewuste (intentionele) doelgerichtheid,
- 2) de verwarring tussen teleologie en terugwerkende causaliteit, en
- 3) de verwarring tussen het probleem van de teleologie en het probleem van doelmatigheid.

Deze misverstanden zijn uiteindelijk alle het gevolg van de impliciete opvatting dat iedere vorm van finaliteit een doelstellende, doelbewuste intentionaliteit vooronderstelt. Teleologie wordt hierbij beschouwd naar het paradigmatische voorbeeld van handelingsteleologie, waarin de intentionele anticipatie van een doel voorop staat. Dit standpunt is begrijpelijk, omdat, binnen de menselijke ervaring, teleologische processen zich het duidelijkst binnen de horizon van een bewust doel voordoen. Zoals von Baer terecht zag, wordt deze verwarring tussen teleologie in het algemeen en intentionaliteit sterk in de hand gewerkt doordat men in de Engelse literatuur vaak het woord "purpose", en in de Duitse literatuur het woord "Zweck" gebruikt, waarbij beide woorden de connotatie met doelbewustheid in zich dragen.

## 2.1 Teleologie en Terugwerkende Causaliteit

Omdat er wordt aangenomen dat er in de handelingsteleologie van een terugwerkende causaliteit sprake is, wordt het gehele probleem van de teleologie - het probleem van het al of niet bestaan van doelloorzaken in de natuur - beschouwd als het probleem van een in de tijd terugwaarts werkende oorzakelijkheid. Omdat een dergelijke terugwerkende causaliteit niet intelligibel wordt geacht, wordt ofwel de teleologie verworpen, of men tracht op een of andere wijze inhoud te geven aan de notie van terugwerkende oorzakelijkheid in de vorm van een "kringloop"-causaliteit. Beide oplossingen zijn echter slachtoffer van een opvatting die niets met het probleem van de teleologie uitstaande heeft. Hartmann trachtte weliswaar aan te tonen dat intentionele finaliteit geen terugwerkende causaliteit vooronderstelt, maar hij trok daaruit de conclusie dat het gehele begrip "teleologie" een fata morgana was.

De opvatting van teleologie als terugwerkende causaliteit gaat gepaard met de overtuiging dat teleologie zou impliceren dat alles reeds vast ligt, dat alles reeds gevormd is, en dat alles in beginsel voorspelbaar is. Een afwijzing van teleologie gebeurt dan ook vaak vanwege het feit dat deze met de onvoorspelbaarheid van de evolutie in tegenspraak zou zijn, of in strijd zou zijn met de menselijke vrijheid.

Doelloorzaken zijn echter geen vanuit de toekomst werkende oorzaken. Dat een dergelijke koppeling van teleologie aan terugwerkende causaliteit allerminst nodig is, werd, zij het op verschillende wijze, zowel door Aristoteles als door Kant beargumenteerd. Voor beide wijzgeren is teleologie het principe, het beginsel, waardoor het gedrag van de dingen in het algemeen (Aristoteles), of van de levende dingen in het bijzonder (Kant), inzichtelijk gemaakt kan worden, namelijk door referentie naar datgene "omwille waarvan" het gedrag plaatsgrijpt. Zowel voor Kant als voor Aristoteles, zijn teleologische en mechanische verklaringen complementair. Sterker nog: de teleologische beschouwingswijze is voorwaarde van de mechanische verklaring. Mechanicisme en Teleologie sluiten elkaar dus geenszins uit.

De pogingen om met behulp van de criteria van persistentie, plasticiteit, terugkoppeling en program-geleiding, het concept van teleologie - als terugwaartse oorzakelijkheid opgevat - voor de biologische verschijnselen van finaliteit, wetenschappelijk aanvaardbaar te maken, leidden er ironischerwijze toe dat teleologie tot een alomtegenwoordig verschijnsel wordt. Immers als deze criteria op consequente wijze worden toegepast, blijken niet alleen biologische, maar alle natuurlijke verschijnselen in termen van die criteria beschreven te kunnen worden. De ijver waarmee men probeerde het eigen karakter van biologische verschijnselen te redden, zonder beroep te doen op teleologische termen, leidde tot het omgekeerde resultaat. In plaats van Aristoteles' geest voorgoed te bedwingen is die nu opnieuw uit de fles.

## 2.2 Teleologie en Functionaliteit

Teleologie wordt ook vaak geïdentificeerd met het probleem van functionaliteit of doelmatigheid. Met name in de evolutietheorie is dat duidelijk. Deze poogt immers een verklaring te geven van het probleem van de doelmatige adaptatie van het organisme. Hierbij geldt als belangrijkste selectie-criterium het nut van de betreffende functie in de overlevingsstrategie.

Volgens het darwinisme zijn doelgerichtheid (als fysiologische homeostasis) en doelstrevendheid (als embryogenetische homeorhesis en ethologisch gedrag) van organismen, adaptieve functies, dat wil zeggen het resultaat van een succesvolle aanpassing. Daardoor wordt doelgerichtheid tot een gevolg van doelmatigheid, en wordt teleologie een gevolg van functionaliteit. Hierbij wordt dus de oorspronkelijke verhouding tussen teleologie en doelmatigheid omgekeerd.

Functionele uitspraken drukken immers, vaak impliciet, een "middel-doel"-relatie uit, waarin het doel een externe "bedoeling" kan zijn - zoals in het geval van artefacten, waarin het doel afkomstig is van de maker van het artefact (het artefact "dient" een doel) - of een "intern doel" - zoals bij organismen en mensen: dat wil zeggen zij "hebben" doelen.

Bovendien veronderstelt de functionele verklaring een "onderdeel-geheel" relatie: zij beschrijft de rol van een deel of een proces binnen de activiteit van een geheel, waarvan het deel uitmaakt.

Doelmatigheid kan dus niet de oorzaak zijn van teleologie, omdat doelmatigheid teleologie, doelbetrokkenheid, vooronderstelt.

Impliciet is dat in de evolutietheorie natuurlijk ook het geval: de functionele aanpassing is het gevolg van het feit dat de organismen een strijd om het bestaan aangaan, omdat ze behoeften, onbewuste wensen en verlangens hebben, dat wil zeggen een teleologische structuur hebben.

Door aan deze teleologische structuur voorbij te gaan, begaat de evolutietheorie dus een fundamentele fout. Doelgerichtheid wordt als resultaat van doelmatigheid gezien, terwijl doelgerichtheid juist de voorwaarde is van doelmatigheid.

Het is derhalve onjuist het probleem van doelmatigheid met het probleem van de teleologie in het algemeen te identificeren. Doelmatigheid is er slechts een aspect van. Dat blijkt bv. uit het feit dat het menselijke handelen uiterst doelmatig kan zijn voor iets wat niet bedoeld was, zoals blijkt uit het Aristotelische voorbeeld van de man die "bij toeval" een schat vindt die hem in staat stelt zijn schuld af te lossen. Anderzijds is niet al het doel-geleide gedrag even doelmatig, zoals uit het dagelijkse doen en laten van mensen blijkt en zoals ook blijkt uit niet-verwachte gevolgen van, en ongelukken bij, geplande activiteiten.

### 3. Impliciete Teleologie

De herformuleringspogingen falen ook daarom, omdat in de analyses voortdurend op verschillende wijzen teleologische vooronderstellingen binnensluipen, door het gebruik van impliciet teleologische termen, door het verwijzen naar teleologisch geaarde paradigma's voorbeelden, en/of door impliciete teleologische vooronderstellingen die de gemaakte onderscheidingen tussen doelgerichte en niet-doelgerichte systemen moeten mogelijk maken. Noch de systeemtheorie, noch de cybernetica, de informatietheorie noch de daarop gebaseerde wetenschapsfilosofische poging tot vertaling, noch de evolutietheorie, - en dus evenmin de systeemtheoretische evolutietheorie - zijn daardoor in staat een adequate verklaring van teleologie te geven, omdat zij in hun analyses de teleologie reeds stilzwijgend vooronderstellen.

De voornaamste struikelblokken worden nog even gememoreerd. Een impliciet beroep op teleologie komt tot uiting in

1) Het gebruik van het "systeem"-begrip. "Systeem" onderstelt dat delen zich tot het geheel verhouden als middelen tot een doel.

2) Het gebruik van het "feedback"-begrip. Doelgerichte systemen zijn niet doelgericht door het bezit van feedback-mechanismen, maar door een gerichtheid op een doel, dat door feedback mechanismen kan worden bereikt of benaderd.

3) Het gebruik van het "informatie"-begrip. Slechts in het licht van een bepaald doel is het mogelijk om bepaalde data als informatie te begrijpen. Het is bovendien juist vanwege de herkenning van een doelgericht karakter, dat we het concept van "program" op het organisme van toepassing verklaren, niet omgekeerd.

4) Het gebruik van de termen "selectie" en "adaptatie". Beide termen vooronderstellen reeds de teleologische structuur van organismen, die, in de "strijd om het bestaan", een behoefte karakter vertonen. Het is het doelstrevende behoefte karakter van organismen, dat deze doet verward raken in de "strijd om het bestaan", waarin tenslotte de best aangepasten, dat wil zeggen, de meest doelmatige, zullen overblijven. Slechts binnen die context, heeft een verwijzing naar adaptatie betekenis. Adaptatie impliceert dus de notie van doel-gerichtheid.

5) Het gebruik van de term "evolutie". Evolutie impliceert noodgedwongen een richting, en dus ipso facto ook een (h)erkenning van een of andere doelbetrokkenheid.

6) De DN-verklaring. Deze is zelf impliciet teleologisch.

a) In een bepaald opzicht geldt voor de causale verklaring dat "the future thing throws explanatory light on the earlier thing" (Ruse,176). Een causale verklaring is immers pas mogelijk, doordat, vanuit het perspectief van dit bepaalde, te verklaren verschijnsel, dat als (voorlopig) eindresultaat en effect van een keten van oorzaken wordt opgevat, de relevante (= bijpassende) oorzaken worden gezocht, opdat ("in order to") ze deze bepaalde gebeurtenis kunnen doen ontstaan en verklaren. In de complexe samenhang van het causale netwerk, dat zich in alle richtingen uitstrekt, is het voor ons onmogelijk werkelijk alle factoren in beschouwing te nemen. Niet alle strands in dit netwerk worden als even belangrijk beschouwd; alleen de relevante factoren worden in beschouwing genomen en de rest wordt behandeld als "voorwaardelijke background". Kennis van de nu bestaande stand van zaken - als het "toekomstige" resultaat van een oorzakenketen - is dus voorwaarde van de causale analyse en selectie van de relevante factoren, die het geheel tot stand brachten. Men begrijpt de oorzaken pas als oorzaken vanuit de kennis omtrent het - gekende - eindresultaat.

b) Slechts onder de vooronderstelling van een "omwille van", zijn we in staat in de natuur abnormale (en pathologische) gevallen te herkennen. In de herkenning van het "afwijkende" en "abnormale", dat vaak het uitgangspunt is van wetenschappelijk onderzoek, drukt zich op impliciete wijze een weten uit omtrent het "norm-ale", het natuurlijke verloop naar het norm-ale doel.

c) Vele in de natuurwetenschappen gebruikte termen (zoals "breekbaar", "oplosbaar" e.d.) zijn dispositioneel van karakter. Zij drukken alle een verwachting uit ten opzichte van een bepaald gedrag dat, binnen bepaalde voorwaarden, moet verschijnen.

Men kan overigens argumenteren dat vele fundamentele wetenschappelijke beginselen zoals het entropie-beginsel, het traagheidsbeginsel, het beginsel van behoud, de maximum- en minimum-principes en het uitsluitingsbeginsel van Pauli, het beginsel van de edelgasconfiguratie etc. impliciet teleologisch van karakter zijn.

Al met al, zijn er dus goede redenen om aan te nemen dat de teleologische verklaring fundamenteeler is dan de causale, ook daar waar een causale verklaring mogelijk is. Teleologische en causale verklaringen sluiten elkaar natuurlijk niet uit. Zowel Aristoteles als Kant hadden goed gezien dat doelloorzakelijkheid de fundamentele voorwaarde is voor een analyse van de andere oorzaken. Beiden delen de opvatting dat men dan pas wetenschappelijk onderzoek kan doen, als men de kosmos onder het opzicht van de teleologische beschouwingswijze begrijpt. Hierbij zou men ook weer Kants bekende gezegde kunnen parafraseren, dat teleologische verklaringen zonder causale verklaringen weliswaar leeg zijn, doch dat causale verklaringen zonder teleologische verklaringen blind zijn.

7) Het onderscheid tussen doelgerichte en niet-doelgerichte systemen en/of gedragingen, is niet het resultaat van de toepassing van neutraal geformuleerde criteria, maar de formulering van deze criteria is juist het gevolg van het feit dat wij intuïtief weten wat met "leven" en "doelgerichtheid" wordt "bedoeld". Alleen een der-



gelijke intuïtieve "voorkennis" rechtvaardigt de gemaakte onderscheidingen tussen teleologische en niet-teleologische systemen. Immers, de opgesomde criteria gaan ook voor niet-doelgericht gedrag op. Indien deze criteria dus als kenmerkend voor teleologische gedrag worden beschouwd, is dat een gevolg van de impliciete vooronderstelling dat het organisme en/of het servomechanisme de paradigmatische voorbeelden van doelgerichte en doelmatige systemen zijn. Een levend organisme is niet doelgericht, omdat het beantwoordt aan de opgesomde kenmerken; nee, de opgesomde kenmerken zijn zodanig gekozen dat ze opgaan voor het levende organisme als doelgericht systeem. In dit verband slaan de volgende woorden van Engels (1982) de spijker op de kop:

Um ein Endzustand als Zielzustand identifizieren zu können, muss man in die Beobachtung schon das Wissen um den teleologischen Charakter des in ihn resultierenden Verhalten einbringen [...] Damit schleicht sich der zu Beginn verbannte Zweckbegriff auf Umwegen wieder ein [1].

Het feit overigens dat men zich kan afvragen of de betreffende definities en criteria adequaat zijn, wijst ook op de werkzaamheid van een impliciete notie van teleologie, in het licht waarvan de (in)adekwaatheid van deze definities wordt beoordeeld.

In al deze analyses is er sprake van een, overigens voor de hand liggende, omkering van zaken: Omdat we servomechanismen op mechanisch-causale wijze kunnen beschrijven, verklaren en construeren, menen we alle teleologie op mechanisch-causale wijze te kunnen verklaren. Maar de fundamentele vraag is echter, waarom we servo-mechanismen (en ook organismen) teleologische systemen noemen. Het is juist in dit moment van toeschrijving, dat het wijsgerige probleem zich opdringt.

Zo stelde Nagel bv. dat "if systems are analysable as directionally organized ones", dan de reductie van teleologische verklaringen tot DN-verklaringen mogelijk is. Maar in het woordje "if" schuilt nu echter het probleem: namelijk het probleem van identificatie, van Herkenning, van het object als doelgericht, dat wil zeggen het probleem van demarcatie, afbakening van het domein van doelgerichte van niet-doelgerichte objecten. Op basis van welke impliciete en intuïtieve criteria doen we dat? Eenmaal dat een object als een "systeem" en als "doelgericht", op basis van bepaalde criteria geïdentificeerd is, dan is een beschrijving of verklaring in termen van "steady state", "feedback" of "program" of een vertaling tot DN-verklaring eerst mogelijk.

#### 4. Probleem van Subsumptie

Zoals we herhaaldelijk hebben opgemerkt, schuilt het probleem in de rechtvaardiging voor dergelijke intuïtieve identificaties: wat verschaft ons het recht en de mogelijkheid om

- 1) bepaalde objecten als (open of gesloten) systemen te beschouwen,
- 2) het gedrag van bepaalde objecten als levend te beschouwen,
- 3) het gedrag van bepaalde objecten als doelgericht cq. doelmatig te beschouwen?

Dit probleem is analoog aan het probleem van de rechtvaardiging die nodig is om aan vogels bv. een "zorggedrag" toe te schrijven, of om het gedrag van andere mensen doelbewust te noemen. Hoe komen we ertoe om het gedrag van dieren, servomechanismen, computers, te beschrijven in termen die ontleend zijn aan de menselijke ervaringscontextst.

Dit fundamentele probleem heb ik, naar Kant, het probleem van subsumptie genoemd. Hiermee bedoel ik a) de vraag naar de reden op grond waarvan we een bepaald geval onder een regel of een klasse onder brengen, en b) de vraag waarom het ene systeem wel, en het andere niet, aan de voorwaarden van een dergelijke subsumptie voldoet [2].

Toegepast op ons onderwerp, luidt het probleem van de subsumptie: hoe weet men dat een bepaald object een "teleologisch systeem" is? D.w.z. hoe weet men ten eerste, dat het een afgegrensde eenheid is met een bepaalde "eenheids-makende" structuur (dat wil zeggen geen "aggregaat") en ten tweede, hoe weet men dat deze eenheid doelstrevend is? Het kenmerk van doelgericht, doelstrevend en doelbewust gedrag is immers, dat een doel weliswaar nagestreefd wordt, maar (nog) niet is bereikt en dus eigenlijk voor een objectieve, en "behavioristisch" te werk gaande, niet-voor-geïnformeerde waarnemer, niet als zodanig gekend kan worden, zonder reeds vooronderstellingen te hebben omtrent "de aard" van het object. "The occurrence of goal-directed processes is perhaps the most characteristic feature of the world of living organisms[.]" schrijft Nagel. Juist. Maar de vraag is hoe wij dat weten.

Primair, dat wil zeggen voorafgaande aan elke verklaring is dus de identificatie van bepaalde systemen als teleologisch georganiseerde systemen. Het primaire probleem betreft daarom de rechtvaardiging van deze identificatie. Pas binnen dat kader is een beschrijving resp verklaring van dit teleologische gedrag in causale termen mogelijk. Dit probleem van de identificatie van het object als een teleologisch systeem is een ander probleem dan het probleem van de verklaring van het doelgerichte gedrag in causale termen.

## 5. Het Probleem van Herkenning

De identificatie van een object als levend en/of doelstrevend, gebeurt nu klaarblijkelijk aan de hand van impliciete en intuïtieve criteria, die hun basis vinden in herkenning: namelijk in de omstandigheid dat de onderzoeker in het gedrag van het onderzochte object iets van zich-zelf herkent, namelijk zijn zelf-beleving van een "doelstrevend levend Zelf" te zijn.

Dit probleem speelt ook voor de bioloog, met betrekking tot tot zijn identificatie van zijn onderzoeksobject. Dit blijkt uit het feit dat, ofschoon een adequate en toereikende definitie van "leven" onmogelijk blijkt te zijn, de bioloog desondanks in staat is, zijn object als "levend" te herkennen. De onderzoeker herkent in het gedrag van zijn object iets, waarvan hij weet heeft uit zijn zelf-beleving, en weet het daardoor intuïtief te identificeren als "levend". "Zo is het in laatste instantie de zelf-kennis van de mens, waaruit de biologie haar vooronderstelling van het eigene van het leven put" (Van Melsen [3]).

Zo ook is in vele gevallen het doelgerichte karakter van gedrag "onmiddellijk" duidelijk. Wij herkennen in het gedrag van een organisme, "probeer-gedrag" of "zoek-gedrag". Maar wat "proberen" precies betekent, weten we slechts uit onze zelf-ervaring van doelstrevende wezens te zijn.

Deze intuïtieve criteria op basis waarvan het object wordt geïdentificeerd zijn klaarblijkelijk zo vanzelfsprekend, dat ze niet als zodanig worden herkend. De vooronderstellingen blijven impliciet, omdat ze zo evident lijken; en ze lijken zo evident omdat ze hun wortel vinden in de intuïtieve voorkennis die wij door en in onze zelf-ervaring en zelf-beleving van de verschillende aard van levende en levenloze, en van doel-gerichte en doel-loze systemen hebben.

Ook in de herkenning van objecten als systemen, dat wil zeggen als gehelen waarin de delen wederzijds op elkaar zijn betrokken en op harmonische wijze een geheel vormen, dat meer is dan de som der delen, is een dergelijke "antropomorfe" vooronderstelling aanwezig, namelijk de referentie naar onze eigen zelfervaring als een "organisme", een "zelf", een individu. Iets wordt een systeem genoemd, omdat het een aanduiding - een "voorafschaduw", zoals Buytendijk [4] zei - van een "zelf" heeft.

Het is dus veeleer zo dat, omdat wij organismen als levend herkennen, wij ze kunnen beschrijven

- 1) als systemen, in plaats van aggregaten,
- 2) als open, in plaats van gesloten,
- 3) als in dynamische evenwicht, in plaats van statisch en
- 4) als (equi)finaliteit vertonend, dat wil zeggen als dingen die op weg zijn naar een door ons (h)erkend doel (hun volwassenheid, niet hun dood).

Cybernetische systemen verschaffen ons dus ook geen verklaring voor teleologie, omdat teleologie reeds werd voorondersteld in de herkenning van het systeem als doelgericht. Cybernetische systemen bootsen het teleologisch gedrag na, zoals we dat bij onszelf en bij organismen herkennen. We herkennen het als nabootsing van ons eigen gedrag. Onze eigen ervaring van doelstrevendheid dient dus als model, met behulp waarvan we servomechanismen ontwerpen, die een gedrag vertonen dat op het onze lijkt. Wij kunnen servomechanismen (en ook "denkende" computers) construeren, omdat wij onmiddellijk weet hebben van doelgericht (cq. "denkend") gedrag en dit in machines kunnen nabootsen.

Niet het servomechanisme is het paradigmatisch voorbeeld van doelgericht gedrag, maar het doelgerichte gedrag van een levend organisme, zoals wij dat primair ervaren en belevens in onszelf.

Het proces van identificatie behoeft een rechtvaardiging, die slechts gegeven kan worden door een beroep te doen op onze zelfbeleving, waardoor we in staat zijn in onze omgeving objecten als "levend", als "doelstrevend" of als "persoon" te herkennen.

Het probleem van de rechtvaardiging van de identificatie, dat vooraf gaat aan de wetenschappelijke verklaring van het object, speelt ook met betrekking tot de identificatie van de evolutie als een systeem. In de betreffende publicaties zoekt men tevergeefs naar een rechtvaardiging hiervan.

Een rechtvaardiging voor deze identificaties is van wijsgerige, niet van wetenschappelijke aard. Dat wil zeggen, een dergelijke rechtvaardiging moet worden gezocht binnen de totaliteit van de menselijke ervaring, waarvan de wetenschap slechts een geabstraheerd deel vormt. Het probleem van de teleologie is dus geen wetenschappelijk, maar een wijsgerig probleem, dat onvermijdelijk met behulp van aan de menselijke zelf-ervaring ontleende, analogieën en metaforen moet worden doorgelicht en inzichtelijk gemaakt.

## 6. Het Probleem van Antropomorfisme

Een van de grootste bezwaren van wetenschappers tegen het traditionele teleologieconcept is dat het een antropomorf concept is dat intentionaliteit impliceert. Zo stelt Nagel, bijvoorbeeld, dat antropomorfe termen volledig uit de wetenschap gebannen dienen te worden, omdat deze ons belasten met complexe wijsgerige problemen. Het "metafysische, vitalistische en antropomorfe" concept van de finaliteit moet daarom worden vervangen door een echt, mathematiseerbaar, wetenschappelijk concept, zonder beroep te doen op intentionaliteit.

Volgens Von Bertalanffy is de wetenschappelijke ontwikkeling een "progressive de-anthropomorphisation" [5], hetgeen inhoudt dat "what is specific of our human experience is progressively eliminated. What remains is only a system of mathematical relations" [6].

Von Bertalanffy, Wiener, Nagel, Hempel, Mayr, Ruse e.a. pretenderen daarom, bij hun pogingen om de teleologie te herwaarderen, een niet-antropomorfe verklaring te geven van finaliteit, zonder beroep te doen op antropomorfe termen, zoals "intentioneel" of "bewust".

Wil men echter de discussie zuiver houden, dan is het op de eerste plaats nodig de term "antropomorfisme" eenduidig te verstaan. Gewoonlijk bedoelt men onder antropomorfisme, de toeschrijving van specifiek menselijke eigenschappen aan niet-menselijke dingen. Deze definitie kan echter op twee wijzen worden geïnterpreteerd. Als iemand van zijn hond zegt, dat deze verdriet heeft, dan schrijft hij aan die hond een ervaring toe, die wij slechts op een "menselijke" manier kunnen invullen. Als we echter "leven" toeschrijven aan een plant, of aan een micro-organisme, dan zal niemand ons verdenken van een oneigenlijk taalgebruik. We schrijven aan deze dingen immers geen specifiek menselijke eigenschap toe. Maar ook in de toeschrijving van leven ligt een impliciete verwijzing naar een ervaring die wij uiteindelijk slechts op "menselijke" wijze kunnen invullen: "Das Leben in uns 'erlebt' sich selbst" (Hartmann) [7]. Ook hier is daarom wel degelijk sprake van een impliciet antropomorfisme. Het verwijt van antropomorfisme zal verminderen naarmate wetenschappers in staat blijken, bepaalde symptomen te operationaliseren, die eigen zijn aan onze ervaring, maar die wij ook bij andere dingen menen te kunnen waarnemen. Weinig fysiologen zullen er moeite mee hebben, dat men zegt dat een hond pijn heeft. Men kan immers de intensiteit van de prikkels en van allerlei fysiologische reacties op die prikkels meten. Met "verdriet" zullen ze veel meer moeite hebben, omdat operationalisering in dat geval veel moeilijker ligt. Maar het zal duidelijk zijn dat de symptomen van pijn niet de pijn zelf zijn. We herkennen bepaalde symptomen als pijnsymptomen omdat wij vanuit onze ervaring de samenhang tussen pijn en de symptomen van pijn kennen. De fysioloog die pijngevoelens aan een hond toeschrijft maakt zich dus ook aan antropomorfisme schuldig zodra hij over pijn-symptomen spreekt. Hetzelfde geldt voor de etholoog die "zorg-gedrag" aan vogels toeschrijft, en, a fortiori, voor de cyberneticus, die "zoek-gedrag" aan projectielen, en voor de informaticus die "intelligentie" aan zijn computer toeschrijft.

Kortom, naast de stricte vorm van antropomorfisme, waarin specifiek menselijke eigenschappen aan het sub-humane worden toegeschreven, is er sprake van een ruime vorm, waarbij we niet-menselijke dingen begrijpen door verwijzing naar onze eigen ervaring. De grens tussen beide vormen is moeilijk nauwkeurig aan te geven. [8]. Juist dit laatste punt is een bron van veel verwarring.

In de natuurwetenschap blijkt met name de "ruime" vorm van antropomorfisme niet te vermijden. Reeds in de identificatie van een object als een levend organisme en/of als een "doelgericht systeem" speelt een dergelijk antropomorfisme een belangrijke rol. Bovendien blijken impliciete antropomorfismen in al de "vertaalgelingen" van teleologie, een grote rol te spelen. Begrippen die daarbij worden gebruikt, verkrijgen hun uiteindelijke betekenis

slechts door hun (impliciete) referentie naar datgene "what is specific of our human experience".

Bij het bestuderen van biologische verschijnselen - en eigenlijk van de natuurverschijnselen in het algemeen - is de vraag dus niet of we antropomorf mogen denken, maar veeleer, of het mogelijk is niet-antropomorf te denken.

Die stelling heeft twee verschillende aspecten, ofschoon deze met elkaar verwant zijn. Het eerste is dat doelgerichtheid als zodanig geen doelbewustheid vooronderstelt. Het tweede is, dat doelgerichtheid, in welke vorm dan ook, altijd impliciet een antropomorfisme vooronderstelt.

## 7. Niet-Bewuste Doelgerichtheid

De aanval op het antropomorfe karakter van teleologische beschrijvingen valt vrijwel altijd samen met een aanval op de suggestie dat doelbewustheid of intentionaliteit een voorwaarde is van finaliteit. We hebben er reeds herhaalde malen op gewezen, dat teleologie niet altijd doel-bewustheid vooronderstelt, doch slechts in het model van "externe teleologie". Uiteraard is doel-bewustheid een specifiek menselijke ervaring, maar zelfs de specifiek menselijke doelgerichtheid is niet altijd doelbewust. Meestal handelen we doelgericht, doch lang niet altijd doelbewust. Aan de natuur een doelgerichtheid toeschrijven impliceert dus allerm minst het bestaan van een doelbewustzijn in de natuur. Omdat we echter, ook binnen de menselijke ervaring, slechts over onze niet-bewuste doelgerichtheid kunnen praten door deze als een bewuste doelgerichtheid te reconstrueren, zal ook een toeschrijving van doelgerichtheid aan de natuur slechts begrijpelijk kunnen zijn voorzover deze geïnterpreteerd wordt alsof het zou gaan om een doelbewuste doelgerichtheid.

We kunnen hierbij verwijzen naar de argumenten van zowel Aristoteles als van Kant.

Het teleologiebegrip van Aristoteles is antropomorf, niet omdat hij intentionaliteit aan de natuur toeschrijft - niet een geest, maar de natuur zelf streeft naar een doel - maar omdat ons begrip van de natuur noodzakelijkerwijze naar de menselijke ervarings-context verwijst. Aristoteles begrijpt de natuur naar analogie met de techniek. Omdat het ons onmogelijk is natuurlijke, en vooral levende, verschijnselen te verklaren zonder beroep te doen op een vorm van teleologie, ligt het voor de hand dat doelgerichtheid aan de dingen zelf eigen is. En omdat, volgens Aristoteles, de techniek de natuur imiteert (mimesis), kunnen we voor het begrijpen van de natuur beroep doen op dezelfde principes of oorzaken die ons inzicht geven in de werken van de techniek. Aristoteles verklaart de finaliteit in de natuur dus weliswaar naar analogie met het menselijk handelen in de techniek, Maar dit betekent daarom niet dat hij een nafeve opvatting van de

natuur heeft. Hij interpreteert de natuur niet als een extrapolatie van "techne", maar veeleer het omgekeerde. Juist omdat de natuurdingen een en-tele-chie hebben, is de techne in staat de natuur na te bootsen en te voltooiën. Wat dit aangaat is het veelzeggend dat hedendaagse ingenieurs en architecten beweren veel te leren van de wijze waarop de natuur bepaalde problemen heeft opgelost. Zo werd bv. de oplossing voor het probleem om bij een minimum aan materiaal een maximum aan stevigheid en veerkracht te verkrijgen, gevonden op grond van een studie van een bepaalde soort van windriet.

Aristoteles legt de nadruk op de "interne teleologie": de dingen streven op de eerste plaats naar een verwezenlijking van hun eigen vorm. Hierbij hanteert hij klaarblijkelijk het model van de embryogenese. Vandaar dat zijn teleologie-opvatting ook een "gesloten finaliteit" representeert, die overigens in zijn tijd, toen de kosmos als een super-organisme werd gezien, ook heel goed te rechtvaardigen was. Afgezien van zijn leer van de onbewogen beweging, die overigens zelf het onbewuste doel is van de hele overige werkelijkheid, is er in het werk van Aristoteles nauwelijks sprake van externe teleologie.

Het grote verschil tussen Aristoteles en Kant ligt hierin, dat deze laatste meende zich te moeten beperken tot de epistemologische relevantie van de teleologie. Binnen die beperking, wees hij evenwel op de onomkoombaarheid van een beroep op antropomorfe metaforen. Alleen een beroep op de ervaring van ons eigen willen, stelt ons in staat enig begrip te hebben van een oorzaak van de organisatie bij organismen.

Wir kennen aber dergleichen Kräfte [...] durch Erfahrung nur in uns selbst, nämlich an unseren Verstande und Willen, als einer Ursache der Möglichkeit gewisser ganz nach Zwecken eingerichteter Produkte, nämlich der Kunstwerke [9].

Terwijl voor Aristoteles de techniek een zijnsanalogie is, waarvan de principes daarom ook voor de natuur zelf gelden, is voor Kant de techniek "slechts" een metafoor zonder dewelke een begrip van de natuur niet mogelijk is.

## 8. De Noodzaak van Antropomorfisme

De analyses van dit werk zullen duidelijk gemaakt hebben dat antropomorfismen in de ruime zin, vrijwel onvermijdelijk zijn bij de bestudering van levende organismen. Tal van begrippen, die door de betreffende auteurs worden gebezigd om het probleem van de teleologie te "neutraliseren", hebben geen betekenis los van hun antropomorfe implicaties.

1. Iedere verwijzing naar een doel in niet-menselijke dingen is antropomorf. Zelfs het onderscheid tussen "goal" and "purpose" is niet mogelijk zonder beroep te doen op onze eigen ervaring.
2. Centrale zogenaamde technische termen zoals "informatie", "selectie", "spel", "systeem", "zelf-organisatie", "evolutie" en "toeval" zijn geen van alle begrijpelijk tenzij, in eerste instantie althans, vanuit een specifiek menselijke ervaring.
  - (a) Zo is het duidelijk dat het begrip "selectie" slechts betekenis voor ons heeft, door de impliciete referentie naar de menselijke ervaring van selecteren, dat wil zeggen van een voorkeur te laten gelden, van te kiezen in het licht van een of andere waarde. Men selecteert altijd omwille van iets. Door een metaforische uitbreiding hiervan verkrijgen we inzicht in het natuurlijke proces.

Overigens beschouwde Darwin zelf de uitdrukking "natural selection" als een antropomorfe metafoor: "Everyone knows what is meant and is implied by such metaphorical expressions; and they are almost necessary for brevity. So again it is difficult to avoid personifying the word Nature" [10].

- (b) Het gebruik van de term "program" is eveneens in eerste instantie ontleend aan een bij uitstek menselijke bezigheid. Dit blijkt al uit de omschrijving die Mayr geeft van "program"-geleid gedrag. "It depends on the existence of some end point, goal, terminus which is foreseen in the program that regulates the behavior." De term "foreseen" heeft slechts betekenis door referentie naar de menselijke zelfervaring van verwachting.
    - (c) Hetzelfde geldt voor het begrip "informatie". Informatie is allereerst bepalende vorm(geving), waardoor iets als zodanig bepaald en (her)kenbaar wordt. In de informatietheorie wordt weliswaar geabstraheerd van het kwalitatieve, semantische aspect van "informatie", en wordt er slechts "gerekend" [11], maar het kwalitatieve aspect wordt wel degelijk impliciet verondersteld. Op de eerste plaats kan eerst in het licht van wat informatie allemaal kan betekenen binnen de concrete en geleefde context van de menselijke ervaring, duidelijk worden



gemaakt wat informatie in de informatietheorie niet is. Maar door aan te geven wat informatie niet is, hetgeen de voorwaarde is om er überhaupt binnen de informatietheorie mee te kunnen werken, speelt de kontekst waaruit het werd geabstraheerd, wel degelijk - zij het impliciet - een belangrijke rol.

Op de tweede plaats, ofschoon "informatie" wordt voorgesteld door de formule, een teken:  $I = -k\log P$  [12], heeft dit teken op zich zelf beschouwd geen be-teken-is. Betekenis - en daardoor ook verklarend vermogen - verkrijgt het pas, door de benoeming van "I" als "informatie", een begrip dat haar betekenis ontleent aan de impliciete referentie naar datgene wat wij in onze zelfervaring als informatie ervaren, dat wil zeggen iets waarvoor wij iets leren, iets dat ons kennis verschafft en dat betekenis voor ons heeft [13].

- (d) Iedere technische verwijzing naar een "systeem" veronderstelt dat men intuïtief van zichzelf weet een "systeem" te zijn, dat wil zeggen een als een "eenheid" van de omgeving te onderscheiden, (min of meer) zelfstandig fungerend complex, dat niet slechts een aggregaat is. Welnu, wat een dergelijke "eenheid" is, weten we slechts uit de ervaring van onszelf als een "zelf", als een organische eenheid. Impliciet is ons "zelf" het paradigmatische voorbeeld van "systeem". Ook de term "zelf" in de begrippen "zelf-regulatie" en "zelf-organisatie" ontleent zijn betekenis aan de verwijzing naar de beleving van onszelf als een "zelf".
- (e) Het begrip "evolutie" is antropomorf omdat het in de eerste plaats verwijst naar de ervaring van een ontwikkeling in onszelf. De mens begrijpt zijn eigen geschiedenis niet op de eerste plaats als de voortzetting van een biologische evolutie, zoals Sachsse beweert [14], maar hij begrijpt de biologische evolutie naar analogie van zijn eigen, individuele en historische ontwikkeling. "The concept of evolution was at first discovered in ourselves" zei ook de bioloog Haldane [15].

Ook aan het onderscheid tussen hoog en laag, dat een fundamentele vooronderstelling van de evolutiegedachte is, ligt een dergelijk antropomorfisme ten grondslag. Bij deze waardering van hoger en lager - van louter natuurwetenschappelijk standpunt uit zonder zin - refereert de bioloog aan zijn eigen zelfervaring, of hij zich dit uitdrukkelijk bewust is of niet" (Van Melsen [16]).

- (f) Tenslotte is ook het begrip "toeval", dat in discussies over de evolutie steeds weer terugkomt, antropomorf. Slechts binnen het kader van een "bedoeling" of een "verwachting" heeft het begrip "toeval" voor ons een betekenis.

Dat er volop van antropomorfismen gebruik gemaakt wordt, kan dus in ieder geval niet ontkend worden. Dat wordt overigens door

een aantal biologen grif toegegeven. Zo schreef Simpson, in verband met het gebruik van een term als "opportunisme", dat dergelijke termen gevaarlijk zijn, omdat ze de suggestie wekken dat menselijke eigenschappen een rol in de evolutie zouden spelen. De vraag is dan, op welke wijze we "voorzichtig" met dergelijke termen moeten omspringen. Stebbins stelt voor dat een antropomorf, en dus metaforisch, gebruik van een term toegelaten is mits men duidelijk maakt welke verschuiving van betekenis de metafoor bewerkstelligt. Hij schrijft:

Perhaps we cannot entirely eliminate from the vocabulary of biology and natural history anthropomorphisms like 'progress', "Purpose", [...] but at least we can be aware that, whenever such words are used for non-human phenomena, they acquire new and different meanings that must be carefully defined [17].

Het eerste voorschrift hierbij is, zo stelde Simpson, dat de lezer dergelijke termen moet ontdoen van hun specifiek menselijke inhoud:

[...] when a word such as opportunism is used, the reader should not read into it any personal meaning or anthropomorphic implication. No conscious seizing of opportunities is here meant, nor even an unconscious sensing of an outcome. The word is only a convenient label for these tendencies in evolution [...] that the course of evolution follows opportunity rather than plan [18].

Dat zelfde voorschrift vindt men op een andere wijze verwoord door Wright, die eveneens wel degelijk de waarde ziet van metaforen in de wetenschap ("a good metaphor can be of irreplaceable value"), doch die vindt dat een goede metafoor "mortal" dient te zijn: "A metaphor dies when the metaphorically extended use of a term becomes established more or less independently of the original paradigm" [19]. De gestorven metafoor begint als wetenschappelijke term een nieuw, eigen leven te leiden. Metaforen zouden aldus allerminst antropomorf zijn, want ook naar zijn mening mag "echt" antropomorfisme in de wetenschap onder geen enkele voorwaarde toegestaan worden.

Voor Wright nu zijn ook teleologische uitspraken dergelijke "dode" metaforen. Ook in verband met de teleologie is een verwijzing naar het bewustzijn niet meer nodig. "It will be [my] central contention [...] that teleological expressions in most nonhuman applications represent dead anthropomorphic metaphors" [20].

Binnen de biologie, is teleologie niet meer gekoppeld aan enig bewustzijn. De metafoor van doel-bewustheid is gestorven, en kan, in geneutraliseerde vorm, binnen de wetenschap zelfs zeer nuttig zijn.

Wright merkt overigens op dat men precies moet aangeven waar de verschuiving van betekenis plaats vindt. Het lijkt mij juist te zeggen dat het oorspronkelijke beeld, dat aan de menselijke ervaring ontleend werd, slechts naar de achtergrond verschoven wordt. Deze verschuiving wil ik "implicitering" noemen. Hiermee

wordt bedoeld dat men, om de uiteindelijke betekenis van de term te vatten, altijd impliciet moet refereren naar de oorspronkelijke kontekst van de menselijke ervaring. De poging van de natuurwetenschap om zogenaamde antropomorfe elementen te elimineren, is een camouflage (een verdonkeremaning) van de antropomorfe betekenis achter een mathematisch geformuleerd begrippen-apparaat, dat daardoor schijnbaar van de antropomorfe betekenis is gevrijwaard ("dood" wordt). Voor mij is de metafoor in deze betekenis slechts "schijndood": expliciete referentie is niet meer nodig, maar de verwijzing naar de oorspronkelijke kontekst blijft niettemin impliciet werkzaam, als fundamentele vooronderstelling in al ons spreken over doeleinden, selectie, informatie etc.. Het mechanisme van de implicitering bestaat hierin, dat de fundamentele en antropomorfe analogieën die ten grondslag liggen aan de systeemtheorie, de cybernetica, de informatietheorie, de evolutietheorie en de speltheorie, worden weggemoffeld achter de exact-ogende formules van bv. informatie, finaliteit en selectie.

In dit verband kan men stellen, dat het antieke wereldbeeld expliciet antropomorf was. De hedendaagse natuurwetenschap is het impliciet. Een van de meest merkwaardige, en toch nauwelijks opgemerkte paradoxen van de moderne wetenschap is dat deze, ondanks - en wellicht vanwege - een afschuw van antropomorfisme, in haar terminologie steeds meer antropomorf geworden is, getuige het gebruik van termen als "kracht", "affiniteit", "selectie", "informatie", "translatie", "leren", "spel" etc.. Binnen het kader van het klassieke mechanisme en materialisme zouden dergelijke analogieën volstrekt ontoelaatbaar en als "the sin of sins" (Jonas [21]), moeten worden beschouwd.

Samenvattend wil ik dus vaststellen dat, indien de termen "systeem", "program", "informatie", "selectie" en "evolutie" op het sub-humane domein worden toegepast, dan ontleen deze hun verklarend vermogen aan de impliciete referentie naar de betekenis die deze termen in de menselijke ervaringskontekst bezitten. Deze kontekst wordt op impliciete wijze steeds verondersteld op het moment dat men naar de betekenis vraagt van de wiskundige formules die begrippen als "kracht", "finaliteit", "informatie", "selectie" enz. "formuleren".

Be-teken-is verkrijgt bv. de formule voor finaliteit (de "Entwert-formule") eerst door de referentie aan onze zelf-ervaring, waardoor wij weet hebben van doelen en doelstreven. Het is deze kennis, die het ons bovendien mogelijk maakt sommige eindpunten wel, andere niet, als een doel te interpreteren, en bepaalde entiteiten als "doelgerichte systemen" te herkennen en te identificeren. Ook daar, in het moment van de "intuïtieve herkenning", van de identificatie van de verschillende soorten van systemen - open of gesloten, doelgericht of niet - lagen, zoals we reeds eerder betoogden, impliciet antropomorfe vooronderstellingen ten grondslag.

Het verklarende vermogen, van termen als "selectie" en "informatie", is dus slechts gewaarborgd op basis van het antropomorfisme van deze metaforen. De basis van deze metaforen wordt gevormd door een analogie met de menselijke ervaringskontekst. Impliciete verwijzing naar de menselijke zelf-ervaring blijkt onvermijdelijk. "Man gibt sich selten Rechenschaft, wie gross die Rolle der Analogie auch bei den exakten Naturwissenschaften ist" (Friedrich Des-sauer [22]). Deze metaforen zijn allerminst dood en de wetenschap is dan ook onvermijdelijk antropomorf.

## 9. Probleem van het Reductionisme

Iedere vorm van reductionisme vindt uiteindelijk zijn oorsprong in de ontkenning van het antropomorfe karakter van de metaforen die worden gebruikt om het sub-humane te karakteriseren.

Dit reductionisme is met name duidelijk in de discussie omtrent de finaliteit van servomechanismen: Eerst worden servomechanismen als doelgerichte systemen geïdentificeerd, herkend, en vervolgens moet het servomechanisme de doelstrevendheid van dier en mens verklaren in termen van causale feedback-mechanismen. In dit verband heeft Jonas terecht opgemerkt dat:

The irony that scientists, for so long the very abjurors of anthropomorphism as the sin of sins, are now the most liberal in endowing machines with manlike features, is only dimmed by the fact that the real intent of this liberality is to appropriate man all the more securely to the realm of the machine [23].

Nadat de cyberneticus eerst een bepaald gedrag van een machine heeft beschreven in termen van "purpose", wordt vervolgens het menselijke doelgericht gedrag als verklaarbaar beschouwd in servomechanistische termen, zoals "feedback-regulatie". Het misverstand dat hierbij optreedt is, dat de aan de menselijke ervaring ontleende begrippen worden geabstraheerd, waardoor ze toepasbaar worden binnen de natuurwetenschappelijke context, en dat vervolgens wordt gepoogd met behulp van deze abstracte begrippen de menselijke ervaring te verklaren. Terwijl men hierbij niet in de gaten heeft dat men eigenlijk de natuur tracht te verhelderen en te begrijpen met behulp van antropomorfe begrippen.

Dit is het probleem dat reeds Whitehead op het oog had toen hij over "the fallacy of misplaced concreteness" sprak. Het is te rechtvaardigen om servomechanismen (metaforisch) teleologisch te noemen, maar het is (letterlijk) verkeerd het teleologisch gedrag van de mens daarom in uitsluitend servomechanische termen te verklaren. Dat is alsof men, zoals Schopenhauer opmerkte, "aus dem Schatten den Körper erklären wollte" [24].

Deze fundamentele omkering van zaken is overigens kenmerkend voor een soort van "blinde vlek" van de wetenschapper: Hij klautert de natuur binnen via de trap van de metafoor, en eenmaal binnen zijnde, doet hij alsof hij de trap helemaal niet nodig gehad heeft. "Das Begriff wird in der Wissenschaft präzisiert aber seine Herkunft wird vergessen" (Dessauer [25]).

Dit komt ook tot uitdrukking in de verschillende vormen van "dubbel spel", dat met de termen "selectie" en "informatie" bedreven wordt. De poging immers om teleologische verklaringen - en daarmee de autonomie van de biologie - te rechtvaardigen door beroep op het principe van de natuurlijke selectie, is paradoxaal,

omdat dit principe enerzijds wel een herleiding tot het mechanistische verklaringsschema pretendeert, terwijl anderzijds de onmogelijkheid van een dergelijke reductie eveneens wordt toegeschreven aan de "selectie". Selectie wordt beschouwd als de grondslag van teleologie, vanwege haar impliciete associatie met de menselijke akt van selecteren.

Ook met betrekking tot het begrip "informatie" is van iets dergelijks sprake. De pretentie van wetenschappelijkheid verkrijgt het begrip "informatie" binnen het kader van de informatietheorie. Het begrip "informatie" verkrijgt wetenschappelijk aanzien onder de dekmantel van de wetenschappelijke objectiviteit van de informatietheorie. De wetenschappelijkheid van de informatietheorie staat daarbij niet ter discussie, omdat deze theorie een zo geformaliseerde en gemathematiseerde structuur heeft. Maar de pretentie dat het begrip "informatie" een oplossing van de teleologie kan geven, wordt ontleend aan de betekenis die het begrip "informatie", in de menselijke ervaringscontext heeft.

Ook op een andere wijze was er sprake van dubbel spel. Het gemeenschappelijke in de bijdragen van Von Bertalanffy, Wiener en Mayr is dat zij proberen om het concept van teleologie voor het domein van het levende te rehabiliteren, zonder een beroep te willen doen op de veronderstellingen van de traditionele (aristotelische) metafysica. Daarbij maken ze echter gebruik van termen, die hun betekenis slechts krijgen door referentie naar deze vermaledijde metafysica [26].

Impliciet antropomorfe vooronderstellingen spelen dus een rol, zowel bij de "intuïtieve" herkenning van een object als een systeem en als een doel-gericht systeem, als in het moment van de BE-TEKEN-IS-geving aan de natuurwetenschappelijke TEKENS. Deze betekenisgeving is onvermijdelijk, wil er over deze concepten gecommuniceerd worden, vooral ook tussen wetenschappers en leken, mede ten behoeve van het scheppen van voorwaarden tot democratische controle van de maatschappelijke en wetenschappelijke ontwikkelingen [27].

Wanneer de communicatie tussen wetenschappers en leken, tussen wetenschap en maatschappij wordt geblokkeerd doordat elke verwijzing van de wetenschappelijke begrippen naar een kader van herkenning, als "antropomorfisme" wordt gediskwalificeerd, is tenslotte een "vervreemding" tussen wetenschap en maatschappij onvermijdelijk.

Omdat elke wetenschappelijke verklaring een menselijke ervaringscontext vooronderstelt, is elke wetenschappelijke verklaring in deze zin antropomorf. Het gebruik van antropomorfe metaforen impliceert niet dat men aan de niet-menselijke natuur menselijke kwaliteiten toeschrijft, maar dat men de niet-menselijke natuur alleen kan begrijpen door middel van begrippen die hun betekenis ontleen door hun referentie naar de menselijke zelf-ervaring. Ook Van Melsen stelde dat "deze zelf-ervaring, al behoort ze niet tot het object van de natuurwetenschap, daarom toch niet buiten de wetenschap omgaat" [28]. Wetenschap zonder een dergelijke ultieme referentie is onmogelijk.

Deze verwijzing expliciet af te wijzen, maar er impliciet op te "parasiteren", is een fundamentele "hypo-crisis" - dat wil zeggen een "onder-kritisch", een onvoldoend kritisch bewustzijn met betrekking tot de fundamentele vooronderstellingen van ons denken - van de wetenschap(per) en een bron van vervreemding.

Kortom, niet alleen kan de wetenschap antropomorfismen niet vermijden, maar antropomorfisme is een voorwaarde zonder dewelke de wetenschap niet mogelijk is: "der Forscher mag das anthropomorph-analogische Denken einschränken, vermeiden kann er es ja nicht, mindestens es als Leitfaden zu benutzen" (Dessauer [29]).

Antropomorfe analogieën en metaforen zijn in de menselijke kennis van de natuur onvermijdelijk, omdat de natuur zich tenslotte in eerste instantie openbaart in onze eigen ervaring. "De mens als nat.urgebeuren is de enige directe toegang tot de Natuur, zonder bemiddeling van de wetenschappelijke feiten" (Debrock [30]).

Het lijkt dus onvermijdelijk om de objecten buiten ons zoals organismen en machines, te begrijpen in termen die ontleend zijn aan de menselijke zelf-ervaring. Maar zelfs de elementair fysische en chemische gebeurtenissen, worden door ons begrepen in "antropomorfe" termen, zoals "kracht", en "affiniteit". Het begrip "kracht" ontleent bijvoorbeeld zijn verklarend vermogen aan de verwijzing naar de ervaring van inspanning die wij moeten leveren om een weerstand te overwinnen [31].

Het was een centraal inzicht van het Duitse Idealisme, dat dergelijke antropomorfe metaforen en analogieën de grondslag en het uitgangspunt zijn van alle zin en betekenis, ook in de wetenschap. Schelling met name stelde dat een begrip van de (levende) natuur slechts mogelijk was door naar onze zelf-beleving te verwijzen.

Solange ich mit der Natur identisch bin, verstehe ich was eine lebendige Natur, ist, so gut, als ich mein eigenes Leben verstehe [...]. Sobald ich aber mich [...] von der Natur trenne bleibt mir nichts übrig als ein todtes Objekt und ich höre auf zu begreifen, wie ein Leben ausser mir möglich sey [32].

Wij kunnen de wereld slechts begrijpen op basis van analogie met onze eigen ervaring. Alleen via de menselijke ervaring hebben wij immers kennis van de natuur [33]. Dat geldt ook voor begrippen als "oorzaak", "toeval" en "noodzaak". Uit onze ervaring van de wilshandeling, waardoor wij de oorzaak zijn van een gebeuren, begrijpen wij de inwerking van natuurdingen op elkaar. Omdat hij bedoelingen heeft, weet de mens wat "toeval" is. Omdat hij zichzelf als vrij ervaart, herkent hij noodzaak als datgene wat zijn vrijheid beperkt [34].

Al wat wij weten over materie, leven, natuur weten wij via de materie, het leven, en de natuur in ons zelf. "De mens is er altijd bij betrokken en hij weet al omtrent zichzelf op een wijze die aan alle wetenschappelijk onderzoek voorafgaat" (Van Melsen [35]).

De verschillende pogingen die gedaan werden om de teleologie te rehabiliteren door deze tot een mechanische oorzakelijkheid te herleiden, stranden vooral doordat er voortdurend beroep gedaan wordt op niet uitgesproken antropomorf teleologische denkbeelden. De wijsgerige waardering van deze vooronderstellingen onttrekt zich echter aan de abstracte gezichtskring van de natuurwetenschappen. Een wijsgerig inzicht in die vooronderstellingen vergt een besef van de totaliteit van de menselijke ervaring. Ook de wetenschappelijke evolutieleer kan daarom geen oplossing bieden voor het probleem van de finaliteit in de natuur. Op dit laatste dient meer specifiek te worden ingegaan.

#### 10. Evolutie, Teleologie, Toeval en Zin

Voor velen betekende het Darwinisme de bekroning van het mechanisme, dat iedere vorm van doelloorzakelijkheid afwees.

De vraag of de evolutie wel of niet teleologisch is, laat zich door de evolutietheorie echter noch ontkennen, noch bevestigen. Hiervoor zijn er de volgende redenen:

- In de door de evolutionisten gevoerde discussies van het probleem der teleologie wordt teleologie vaak als een vorm van "preformisme" beschouwd. Maar teleologie veronderstelt niet noodzakelijk het preformisme.
- Op basis van het "opportunistische" karakter van het evolutieverloop, kan geen uitspraak worden gedaan over het al of niet bestaan van teleologie.
- De evolutietheorie onderstelt op diverse wijzen teleologische uitgangspunten.

1) Op de eerste plaats is het teleologie-concept binnen de discussies van de evolutiebiologen gebaseerd op een onjuiste opvatting van de teleologie als "preformisme", "voorspelbaarheid" en/of "terugwerkende causaliteit". Doordat het probleem van de teleologie - onterecht - wordt geïdentificeerd met dat van de orthogenese die - overigens wel terecht - wordt afgewezen, wordt ook de teleologie als zodanig afgewezen. De evolutiebiologen verstaan teleologie dus eigenlijk als een soort van predestinatie-denken, waarin de toekomst, in de vorm van een vaststaand, voorgeweten en voorspelbaar doel, het heden bepaalt en richting geeft. Hierdoor zou de teleologie iedere vorm van creativiteit in de evolutie onmogelijk maken.

Teleologie is echter, zoals verschillende keren werd aangetoond, noch "terugwerkende causaliteit", noch een vorm van preformisme, noch identiek met voorspelbaarheid.

2) Op de tweede plaats kan uit het "opportunistische" verloop van het fossielen-patroon, geen conclusie worden getrokken over het al of niet doelgerichte en/of toevallige karakter van het evolutieproces. Het "opportunistische" - niet-recht-op-het-doel-afgaande - verloop van de evolutie is ook geen bewijs van de

afwezigheid van teleologie in de evolutie. Evenmin als de schijnbaar chaotische beweging van een mensenmassa op een stadsplein bewijst dat de individuele mensen in die massa doelloos ronddolen, biedt ook het schijnbaar chaotische beeld dat ons door de fossielen verschaft wordt, geen bewijs voor de afwezigheid van doelgerichtheid van de verschillende organismen.

Maar bovendien behoeft teleologie geen rechtstreekse beweging naar een voorbestemd doel te impliceren. Dit blijkt bv. uit allerlei "doelgerichte" activiteiten van de mens. Mensen zwerven, schetsen en componeren, zonder een bepaald, voorbestemd doel te hebben. Ook het wetenschappelijk onderzoek is doelgericht, ofschoon niemand reeds de uiteindelijke oplossingen van de problemen kent, en via vele omwegen tenslotte resultaat wordt geboekt.

En, ook al is er vaak een bepaald doel, dan nog betekent dit niet dat het noodzakelijkerwijze op één bepaalde wijze bereikt wordt. Het voetbalspel heeft wel degelijk een doel, ofschoon de spelers een "kris-kras" bewegingspatroon vertonen.

Teleologie vereist evenmin dat het doel (bv. in een spel winnen) daadwerkelijk bereikt wordt. Vaststaande doeleinden worden vaak niet bereikt. Op basis van het gedrag alleen is over het teleologische karakter dus niets te zeggen.

Bovendien sluit doelgerichtheid het toevallige niet uit. Dit weet eenieder die schaak speelt, en iedere kunstenaar die "geniale fouten" begaat zoals door bv. de choreograaf Hans van Maanen werd opgemerkt. Het is bekend dat ook in het componeren van muziek vaak het toeval een belangrijke rol speelt, en ook in de schilderkunst zijn vele voorbeelden daarvan te geven [36].

Het toevallige sluit evenmin de teleologie uit, zoals blijkt uit het toevallig ontmoeten van persoon A, terwijl ik de bedoeling had B te bezoeken. De invloed van het toeval maakt een proces dus niet minder doelgericht. Noch de afwijzing van orthogenese, noch het "opportunistische" karakter van het evolutieproces impliceren dus dat teleologie geen rol speelt in de evolutie en in de natuur.

3) De evolutietheorie vooronderstelt bovendien zelf, op verschillende niveaus, teleologie:

a) het begrip van "zelf-organisatie" impliceert een immanente doelgerichtheid.

b) de strijd om het bestaan, de natuurlijke selectie, en de uiteindelijke adaptatie vooronderstellen het strevende karakter van de organismen,

c) Begrippen als "selectie", "adaptatie" "tendens", "richting", "emergentie", en "toeval" zijn stuk voor stuk teleologisch.

d) De herkenning van doelmatigheid, van aanpassing, en van de evolutie als een "systeem" veronderstellen een teleologisch perspectief.

e) De systeemtheoretische evolutietheorie vooronderstelt een teleologisch moment in begrippen als "systeem", "feedback-regulatie" en "informatie" [37].

f) De term "evolutie" is zelf teleologisch van karakter, want ze drukt de herkenning van een "gerichtheid" uit, hetgeen ipso facto een doel vooronderstelt. Een impliciet teleologische context wordt ook duidelijk uit het feit dat verschillende biologen een "vooruitgang" herkennen in de evolutie.



Waarom zijn "hogere dieren" hoger? Op basis van het doelmatigheidscriterium van de evolutietheorie is dat niet te rechtvaardigen, immers in bepaalde opzichten zou men insecten "hoger", want doeltreffender, kunnen noemen dan primaten. Zij hebben bovendien betere overlevingskansen.

De mens kan zelfs, gemeten naar biologische criteria als een "Mangelwesen" (Gehlen) worden beschouwd [38]. Er moeten klaarblijkelijk andere waardemeters een rol spelen, waarmee hoger en lager kunnen worden gemeten, dan alleen het nut voor het voortbestaan en overlevingskansen. Zo niet dan is er ook geen reden tot bezorgdheid, indien de mens een roemloze ondergang tegemoet gaat als gevolg van de ecologische crisis. Velen voor hem troffen hetzelfde lot!

Indien hogere dieren toch als hoger worden beschouwd - hetgeen impliciet in alle afstammingsreeksen het geval is, en hetgeen ook meer in overeenstemming is met onze zelf-waardering - dan is dat op grond van andere dan alleen biologische criteria: het is omdat "hogere dieren" menselijker lijken [39].

De mens is hierbij dus zelf maatstaf en impliciet doel. Beter is nog om te zeggen dat de maatstaf datgene is, wat de mens in zichzelf aantreft - zij het op onvolmaakte wijze - en dat boven hemzelf uitwijst [40]. De bioloog observeert in de opeenvolging van de soorten een toenemende complexiteit van de materiële structuur, en herkent - op basis van zijn zelf-evaring - daarin tevens een toenemende "innerlijkheid". Dat brengt hem ertoe, om de complexere structuren "op grond van wat zij aan interioriteit lijken mogelijk te maken", spontaan als hoger te kwalificeren [41]. Deze waardering van laag en hoog is weliswaar antropocentrisch, maar daarom nog niet wetenschappelijk onaanvaardbaar. De evolutieleer is nu eenmaal een menselijke aangelegenheid. "Wie de mens uit de biologie wil uitschakelen, schakelt de biologie zelf uit". (Van Melsen [42]).

g) Tenslotte is ook het begrip "toeval", zowel als tegenstelling tot "bedoeling", als tot "voorspelbaarheid", een impliciet teleologisch begrip, omdat het een "verwachting" vooronderstelt. Spreken over toeval heeft slechts zin binnen het kader van verwachtingen, en het begrip van verwachting is duidelijk door en door teleologisch.

Men kan zich zelfs afvragen of verwijzingen naar het toeval binnen het kader van de evolutie wel enige zin heeft, als niet toch op een impliciete wijze naar een doel van de evolutie wordt gerefereerd. In relatie tot wat zou de evolutie toevallig genoemd moeten worden?

Toevalsuitspraken met betrekking tot de evolutie hebben slechts zin voorzover deze het onvoorspelbare, het niet-verwachte, bedoelen. Maar in die kontekst spreken wij over onze verwachtingen ten aanzien van de evolutie, niet over de evolutie zelf.

Dus ofwel spreken we over toeval in de evolutie, omdat de wetenschapper die levende verschijnselen bestudeert, verwachtingen heeft - en dan heeft het weinig zin te zeggen dat toeval eigen is aan de evolutie zelf -, ofwel we aanvaarden dat het evolutionaire proces zelf een intrinsiek telos heeft, dat misschien wel en misschien niet bereikt wordt. Slechts die onzekere verwachting kan aan het begrip "toeval" een betekenis geven. De vraag is echter

of het tussen deze alternatieven "kiezen of delen" is. Beide opvattingen zijn wellicht met elkaar te verzoenen, indien we aanvaarden dat alleen de mens, die een doelgericht en doelbewust wezen is, deel uitmaakt van de natuur, en bovendien deze natuur slechts door zijn eigen natuur kan kennen [43]. Vooral de opvattingen van Van Melsen, neergelegd in diverse boeken [44] zijn bij de verheldering van dit vraagstuk inspirerend. Zo zegt hij:

De mens is zowel begin als einde van de evolutie. Wat in de natuur als aanleg tot leven en geest doorzien wordt, kent de mens niet krachtens zijn kennis van de natuur, maar krachtens zijn zelfkennis [45].

Hierdoor is de mens zowel oorsprong als telos, omdat hij altijd is mee-verondersteld. De mens is in de evolutie evenzeer afwezig als noodzakelijk aanwezig, omdat hij in de evolutietheorie zijn voemenselijke verleden in beschouwing neemt.

## 11. Finaliteit en Causaliteit

Bovenstaande opvatting is geen louter epistemologische kwestie. Indien we immers de continuïteit tussen organismen en mens, die toch een fundamentele vooronderstelling is van de evolutiegedachte, willen rechtvaardigen, moeten we wel tot de conclusie komen, dat er een teleologisch moment is in de natuur. De mens is immers een product van de natuur. Welnu, omdat het nauwelijks wetenschappelijk is te veronderstellen dat het teleologische karakter van de mens - als zou hij het product zijn van een plotselinge "emergentie" - hem door God werd ingeblazen, moeten we wel aannemen dat er "voorafschaduwingen" van dit teleologisch karakter in de natuur aanwezig zijn. Indien de bioloog weigert de finaliteit van het leven te (h)erkennen, dan moet hij ofwel de mens buiten beschouwing laten, of bij de mens een sprong maken, die deze daardoor buiten de evolutie plaatst, hetgeen in tegenspraak is met de gedachte van de eenheid van al het levende, die in de evolutietheorie wordt uitgesproken.

De teleologie is dus in de natuur, omdat de mens in de natuur is. Juist de evolutieleer vereist daarom een herwaardering van de teleologie in de natuur. Als immers de mens, met zijn finaliteit, de ontvouwing is van natuurlijke mogelijkheden, dan moet op een of andere wijze de finaliteit reeds in het levende en niet-levende in aanleg aanwezig zijn.

De finaliteit van de mens is op basis van deze gedachte, dus geen raadselachtige toevoeging aan het natuurlijke, maar ze is de ontplooiing van de reeds in het anorganische en organische aanwezige finaliteit. De evolutie van het leven en de mens is "de trapsgewijze innerlijke ontplooiing van hetgeen reeds in aanleg was" [46].

Volgens Van Melsen mogen we in het gedetermineerde causale verloop van fysische en chemische processen, een finaal moment aannemen, omdat deze processen krachtens hun gedetermineerde aard - dat wil zeggen krachtens hun "onveranderlijk werkingspatroon dat met de natuur van de stof gegeven is" [47]- een inherente gerichtheid hebben. Deze "gerichtheid" of "finaliteit", drukt zich ook uit in de zich in de natuur openbarende gerichtheid om door zelf-organisatie, steeds gecompliceerder structuren voort te brengen.

Volgens deze opvatting is de finaliteit van de stof complementair aan de causaliteit ervan: "Causaliteit en finaliteit zijn correlate beginselen. Waar causaliteit is, is ook finaliteit en omgekeerd" [48].

Volgens Nagel en Stegmüller bewijst de mogelijkheid van de constructie van servomechanismen en computers dat er geen scherpe scheiding is te maken tussen het teleologische gedrag van mensen, organismen en servomechanismen. Afgezien van hun reductionistische intenties, zou men het hiermee eens kunnen zijn: er is klaarblijkelijk geen onoverbrugbare kloof tussen het organische en anorganische. De machine realiseert, onbewust, een extern doel, krachtens de activiteit van de natuurdingen die door de mens op een bepaalde wijze zijn georganiseerd. Wat de machine uiteindelijk als doel realiseert, wordt echter niet rechtstreeks bepaald door de doelbewuste menselijke intentie, maar door de wijze waarop de intentie van de maker is gematerialiseerd. Door het mikken van een pijl wordt niet automatisch de roos geraakt.

Dat er geen onoverbrugbare kloof tussen het levende en niet-levende bestaat, impliceert natuurlijk allerminst dat het levende en het intentionele tenslotte alleen in mechanische termen zijn te verklaren. Servo-mechanismen en computers blijven immers cybernetische simulaties van levensprocessen.

## 12. Causaliteit, Finaliteit en Toeval

Het complementaire karakter van de causale en finale aspecten van de natuur impliceert overigens ook dat het toeval in de evolutie slechts een ondergeschikte rol heeft. Het is immers de aard ("natuur"), de chemische structuur, van de betrokken componenten - dat wil zeggen hun affiniteit om bepaalde verbindingen aan te gaan - die de mogelijkheid schept dat stoffen als  $H_2$ ,  $NH_3$ ,  $CH_4$ , onder bepaalde omstandigheden aminozuren en peptiden vormen. Dat deze bepaalde omstandigheden zich wel of niet voordoen moge dan een kwestie van toeval zijn; zeker is dat deze daarbij van ondergeschikt belang is. Primair zijn de natuurlijke affiniteiten, de "natuurlijke tendenties", dat wil zeggen de specifieke bepaaldheden en gerichtheden van de materiële structuren om complexere structuren te vormen.

Ook uit het zelf-organiserend vermogen van de stof, blijkt dat de dingen niet volstrekt inert en amorf ten opzichte van elkaar zijn, maar gerichtheden bezitten, zich uitdrukkend in aantrekkings- en afstotingskrachten (gravitatie, elektrische, magnetische, chemische kracht) waardoor ze elkaar beïnvloeden.

Als gevolg van deze natuurlijke affiniteiten, kan de meest waarschijnlijkste toestand ook de meest "ordelijke" vertegenwoordigen [49].

### 13. Evolutie, Toeval en Zin

De vraag dus of de evolutie slechts het resultaat is van toevaligheden, en of daardoor de evolutie en het menselijk bestaan zinloos worden, is in ieder geval op basis van de wetenschappelijke evolutietheorie niet te beantwoorden. Slechts door rekening te houden met de totaliteit van de menselijke ervaring kan deze vraag verhelderd worden. Overigens dienen in dit verband een aantal misverstanden uit de weg geruimd te worden.

Een eerste misverstand is dat toeval doelloosheid zou impliceren. Niets is echter minder waar. Integendeel, toeval vooronderstelt teleologie, zoals reeds door Aristoteles duidelijk werd ingezien. Doeloorzakelijkheid is immers de fundamentele voorwaarde om überhaupt over noodzakelijkheid, oorzakelijkheid en toeval te kunnen spreken. Daarom is Telos het meest fundamentele en primaire van de "Archai".

Een tweede misverstand wil dat toeval zinloosheid met zich meebrengt. Dit wordt evenwel reeds door onze dagelijkse ervaring tegengesproken. Ook in het leven van de mens is veel toevallig, zonder dat het daardoor zinloos is. Zin moeten we niet vinden, maar maken, zoals William James reeds stelde: "Believe that life is worth living, and your belief will help create the fact" [50].

Hartmann is zelfs de mening toegedaan dat alleen in een "toevallige" wereld het voor de mens mogelijk is om zijn eigen "zin" te scheppen. Eerst in een doelloze en zinloze wereld vindt, vervolgens hem, de mens voldoende speelruimte om zijn taak als zingever waar te maken. Dit zou onmogelijk zijn in een wereld waarin alles reeds van te voren op een ultiem Doel is gericht. Door de finalisering van de wereld wordt de mens van zijn "Sonderstellung in der Welt", als ethische-verantwoordelijk wezen, beroofd:

In einer schon von sich aus sinnerfüllten Welt wäre ein Sinngebung mächtiges Wesen schlechthin überflüssig... wäre [er] kein Mitschöpfer, sondern wäre nur ein passives Mittel für Wertrealization und nicht ein sittliches verantwortliches Wesen [51].

Het is ook juist om deze reden dat Hartmann doeloorzaken in de natuur afwijst.

Ook Van Melsen wijst op het feit dat, alleen in een wereld waarin ook toeval is, de mens zingever en mede-schepper kan zijn. De mens kan in de natuur ingrijpen, omdat daarin een "open finaliteit" heerst, dat wil zeggen een finaliteit die het toeval wezenlijk insluit. Deze open finaliteit van de natuur maakt juist de diversiteit van de evolutie mogelijk. De evolutie wordt dus niet

door een alles beheersende finaliteit voor-geschreven. "Ware dat wel zo, de mens ware onvermijdelijk, maar tevens zou zijn bestaan zinloos, want overbodig zijn" (Van Melsen [52]).

Tenslotte, de evolutie is ook daarom niet zonder teleologie en zin, omdat de mens die er deel van uitmaakt, toekomstverwachtingen heeft, van waaruit hij, op basis van zijn kennis van het evolutieproces, die evolutie in een menswaardige richting kan sturen. De evolutie wordt zinvol doordat de mens zijn leven zinvol maakt.

Zelfs Monod, die schreef dat de mens behoort te weten dat "neither his destiny nor his duty have been written down", voegt daar onmiddellijk aan toe: "The kingdom above or the darkness below: it is for him to choose" [53]. Met James willen we stellen dat "you make one of the other of two possible universes true by your trust or distrust" [54].

Door het doelstellende bewustzijn van de mens krijgt ook de evolutie een doel. In de mens komt de natuur tot bewustzijn en door de mens wordt de natuur zich van haar doel bewust. Op de mens drukt de verantwoordelijkheid de evolutie te voltooien, door haar tot het Goede te leiden.

Dit laatste wordt ook geponeerd door een aantal evolutiebiologen - en waarlijk niet de eersten de besten - die, op basis van de inzichten van de evolutietheorie, een zogenaamde "evolutionaire ethiek" formuleerden.

#### 14. Evolutie en Ethiek

De behoefte aan een evolutionaire ethiek vindt men onder meerdere bij Simpson (1949), Huxley (1954), Waddington (1956) en Dobzhansky (1968). Al deze schrijvers stellen de vraag naar de plaats van de mens in de evolutie en de kosmos, en tegelijk, naar de zin van het menselijke leven. Zo schreef Huxley:

Die Bestimmung des Menschens ist von der Evolutionsbiologie verständlich gemacht worden: Er soll die Wirkkraft des Weltprozesses der Evolution sein, die einzige Kraft, die fähig ist, diesen Prozess zu neuen Höhen zu führen und ihn in den Stand zu versetzen, neue Möglichkeiten zu verwirklichen [55].

Het evolutieproces staat, sedert het verschijnen van de mens, onder invloed van het bewustzijn met zijn doelstreving, waarden-schepping en zingeving. Hiermee is de mens als enige in staat de evolutie te richten. Dit maakt hem tot meer dan een "mere accident, without significance". (Simpson [56]). "His rise was neither insignificant nor inevitable" (idem).

Deze pogingen om de evolutiebiologie te beschouwen als "the key to the riddle of human destiny" (Greene), zijn overigens nogal paradoxaal. Aan de ene kant immers wordt de evolutie voorgesteld als een doelloos gebeuren, aan de andere kant wordt

gesteld dat dit doelloos gebeuren een doelstrevend en doelbewust wezen doet ontstaan. Zo zegt bv. Greene:

This paradox is staggering: man is an accidental product of a planless, purposeless process, yet he is highly endowed and morally obligated to rise still further, to participate and to lead the creative process of evolution, to realize new and higher possibilities, higher levels of order and values in a cosmos that supplies no criterion of higher and lower, to lead the cosmic process further in a direction it does not know it is going [...] and in which there is no impetus toward progress in any particular direction" [57].

De paradox van de hardnekkigheid waarmee biologen zoals Huxley, Waddington en Simpson, steeds weer het verschijnen van een doelgericht wezen vanuit een doelloos mechanisme willen verklaren, kan slechts begrepen worden als men ziet dat zij, expliciet of impliciet, een ethisch standpunt behartigen.

Uiteindelijk staan hun opvattingen omtrent de evolutie in het perspectief van een ethische opdracht die de mens heeft of zichzelf toekent. Daardoor wordt tenslotte nog een andere vorm van een impliciete teleologie manifest, in de beschouwingen van de verschillende denkers over het probleem van de teleologie.

De pogingen om natuurteleologie te aanvaarden, af te wijzen of te herwaarderen, worden uiteindelijk geïnspireerd door een ethische bekommernis om de mens als verantwoordelijk en zingevend wezen. Deze ethische inspiratie was reeds heel duidelijk bij Aristoteles aanwezig: "Alles streeft naar het Goede".

Ook bij Kant is het probleem van de teleologie gebod in een primaire ethische bekommernis. Dit blijkt bv. uit de inleiding tot de KU, waarin hij zegt: "die Natur muss [...] auch so gedacht werden können, dass die Gesetzmässigkeit ihrer Form wenigstens zur Möglichkeit der in ihr zu bewirkenden Zwecke nach Freiheitsgesetzen zusammenstimme" [58].

Zelfs de afwijzing van de natuurteleologie door o.a. Bacon en Descartes, was geïnspireerd door de nieuwe humanistische idealen van de Nieuwe Tijd, waarin de mens als vormgever, zingever en beheersers van de Natuur werd beschouwd.

Descartes had the teleological plan of integrating his philosophy of nature with the critically revised humanistic and religious values [...] and] toward combining an understanding and appreciation of nature with its technological reshaping and moral use [59].

Evenzo vinden we bij hedendaagse auteurs, die de teleologie wensen te elimineren of te revalueren, dergelijke ethisch-humanistische motieven. Hartmanns begaanheid met de rol van de mens als zingever hebben we reeds signaleerd [60].

Ook Von Bertalanffy en Wiener hadden verder-strekkende pretenaties met hun theorieën. Von Bertalanffy profeteert dat de systeemtheorie "could be the way out of chaos and destruction of our present world" [61], zonder te vervallen tot de "devaluation of higher values and mechanisation of mankind" [62].

En ook Wiener wordt in laatste instantie gemotiveerd door een bekommernis om mens en maatschappij, getuige zijn boek "The Human Use of Human Beings, Cybernetics and society" (1950), waarin hij de cybernetica, aanprijst als de enig juiste en adekwate theorie om mens en maatschappij te begrijpen.

Ook Monod blijkt daardoor te worden gemotiveerd. De moderne maatschappij heeft volgens hem weliswaar de mogelijkheden en verworvenheden van de moderne wetenschap aanvaard, maar niet haar boodschap, namelijk de noodzaak van een nieuwe ethiek, die radicaal breekt met de animistische traditie van de antropocentrische illusie, die de oorzaak is van "the sickness of the modern spirit...[and] the estrangement, felt toward scientific culture by so many people today" [63]. Alleen de juiste kijk op de evolutie, waarin de mens als volstrekt toevallig verschijnt, kan deze uit dit slop verlossen en hem in zijn ware humaniteit bevestigen.

Dus uiteindelijk is ook de opvatting, waarin teleologie wordt afgewezen, geïnspireerd door een verwijzing naar het Telos van het Goede. Dat is het ultieme perspectief, waarbinnen de analyses van het probleem van de teleologie hun uiteindelijke betekenis krijgen.

Uiteindelijk staat ook het gehele project van vorsen en verklaren door de wetenschap binnen een context van Zingeving, dat wil zeggen van een beoordeling in het licht van bepaalde Normen en Waarden; relatering van dat wat is aan een bepaalde waarde, dat als een Goed wordt beschouwd en dat het ultieme Telos is, "omwille waarvan" het menselijke handelen - ook zijn wetenschappelijke - geschiedt.

Een verklaring is altijd een als adequaat-gevoeld en bevrediging-schenkend antwoord op een waarom-vraag, maar wat als een adequate en/of bevredigende verklaring wordt beschouwd, wordt bepaald door het bestaande wereld- en mensbeeld.

Zo ontlenen alle verklaringen (ook DN-verklaringen) hun betekenis aan een teleologisch afgebakend kader van Zinsduiding, waarbinnen bepaalde vragen wel, andere vragen niet verschijnen en bepaalde antwoorden wel, andere niet, worden geaccepteerd, dat wil zeggen als adequaat, als bevredigend, worden ervaren.

Dit is temeer duidelijk uit het gegeven, dat "feiten", waarop volgens velen de wetenschap is gebaseerd, nooit zonder meer "slechts feiten" zijn. Zoals de onderzoekingen van Kuhn, Hanson en Feyerabend hebben aangetoond, wordt de waarneming van feiten mede bepaald door het vigerende natuur- en mensbeeld, die op hun beurt getekend zijn door de diepere religieuze, wijsgerige en ethische opvattingen van de mens.

De herkenning van een problematisch feit - dat vaak het uitgangspunt vormt voor wetenschappelijk onderzoek - is overigens geworteld in een Norm, en dus tenslotte in een Waarde - want eerst in het licht van wat men als Norm-aal beschouwt, wordt een bepaald verschijnsel "fragwürdig". Uiteindelijk is ook daardoor reeds de wetenschap niet "waarden-vrij" [64]. Het hedendaags graag gemaakte onderscheid tussen feit, norm en waarde, wordt hierdoor in de kern aangetast. Ook Monod komt tot de - binnen zijn visie nogal merkwaardige - vaststelling dat

Objective knowledge cannot exist, cannot begin to exist unless there is an active choice of values to begin with [...] and before you can begin to construct an epistemology, you must have made a choice of values [65].

Dit inzicht leidt hem echter niet tot de conclusie, die door Burt voortreffelijk onder worden werd gebracht

If one admits that there is such a thing as value in the universe at all, he finds it very difficult to construe it without giving a place to teleology [66].

In de wetenschappelijke analyse gaan we ook in die zin, onvermijdelijk teleologisch te werk, omdat we verklaringen zoeken, opdat we iets begrijpen, opdat we iets kunnen voorspellen, of opdat we iets kunnen beheersen. Elke verklaring is dus een uitdrukking van een menselijk project tot verwerving van kennis en inzicht "in order to get truth, happiness, revelation, manipulation, certainty, order" etc. Dit kennisbelang is afhankelijk van een werkelijkheidsopvatting, van een wereldbeeld, van een natuurbeeld [67].

Natuur en Mensbeeld zijn uiteindelijk bepaald door datgene wat in een bepaalde historische periode als waarde-vol wordt aanvaard. Deze waarden worden als een Goed (h)erkend en aanvaard, omdat ze op hun eigen wijze het GOEDE vertegenwoordigen [68].

Omdat alle weten(schap) deze kontekst vooronderstelt, is zij impliciet teleologisch en (daardoor) antropomorf. "De vraag naar de geldigheid van teleologie ligt immers binnen het fundamentele bereik van de doelgerichte menselijke ervaring, dat door iedere ontologie en epistemologie voorondersteld wordt" (Debrock [69]).

## 15. Eenheid van Mens en Natuur

Wil men nu de eenheid tussen mens en natuur herstellen, die door de moderne wetenschap zo ingrijpend lijkt verstoord, dan dient men de onvermijdelijkheid van dit fundamentele antropomorfisme te erkennen en het niet op "hypo-criete" wijze expliciet ontkennen. We dienen hierbij te beseffen dat, hoezeer ook de evolutieleer in de materie de oorsprong van alle werkelijkheid ziet, uiteindelijk de mens als oorsprong fungeert. "Hij is het immers die naar de eigen oorsprong vraagt" (Van Melsen [70]).

Het is dan ook een fundamentele omkering van zaken om uit de anorganische natuurverschijnselen het levende en tenslotte de mens te willen verklaren. Er moet daarentegen juist begrip van het anorganische worden verkregen, door het vanuit het menselijke te verhelderen. D.w.z. we moeten trachten de natuur te begrijpen in relatie tot de mens. Pas dan kan er een intiemere en respectvolle verhouding tussen natuur en mens ontstaan [71].

Het fundamentele wijsgerige probleem is dus, recht te doen aan, enerzijds, de continuïteit en eenheid tussen natuur en mens -



een eenheid waarvan de evolutiegedachte ook een uitdrukking is - zonder te vervallen in een naïef materialisme, naturalisme of scientisme - waarin alle werkelijkheid wordt herleid tot, door de natuurwetenschap geïnterpreteerde materie of natuur - en anderszins aan het wezenonderscheid tussen mens en natuur, zonder in een dualisme te geraken. We moeten pogen recht te doen aan dat hetgeen Karl Marx ooit zo treffend formuleerde: "Naturalismus ist Humanismus und Humanismus ist Naturalismus" [72].

Zo kan men naar mijn overtuiging het probleem van de natuurfinaliteit niet adequaat verhelderen zonder een beschrijving te geven van allerlei typen van menselijk handelen, en vooral van de creatieve handeling. Dit impliceert dat een wijsgerige antropologie het fundament of beter de toegang moet zijn tot een universele natuurfilosofie.

Een radicale poging tot een natuurfilosofie van een "gehumaniseerde natuur", die tegelijk ook een "genaturaliseerd humanisme" inhoudt, werd gewaagd door Whitehead. Zijn natuurfilosofie, zoals neergelegd in "Process and Reality", houdt tegelijkertijd een radicaal antropomorfisme van de natuur, en een radicaal naturalisme van de mens in. Zijn filosofie werd in sterke mate geïnspireerd door zijn afwijzing van de "bifurcation of Nature" [73], een uitdrukking waarmee hij doelde op de splitsing tussen het subjectieve en het objectieve, die door het moderne wetenschappelijke wereldbeeld wordt verondersteld. Indien we de subjectiviteit van de mens aanvaarden, dan moeten we op een of andere wijze die ook in de gehele natuur veronderstellen.

In "Process and Reality" formuleert hij een Cosmologie, waarin de basicategorieën van "creativity", "prehension", "feeling" "anticipation", "aim", "satisfaction" en "valuation" fundamenteel antropomorf zijn. De werkelijkheid wordt door hem begrepen als een echte Werk-elijkheid, waarin de dingen eigenlijk "gebeurtenissen" ("happenings", "events") zijn, die middels hun "prehensions" en "feelings" voeling met elkaar hebben. Alle entiteiten in de kosmos nemen elkaar op een of andere wijze, in minder of meerder sterke mate, waar, dat wil zeggen ze beïnvloeden elkaar.

De Natuur wordt door Whitehead als een creatief proces gezien, met een "open finaliteit", waarin dus een niet van te voren vaststaand doel wordt nagestreefd, maar waarin voortdurend nieuwe mogelijkheden worden ontdekt en gerealiseerd, door een in alle entiteiten aanwezige "subjective aim", dat wil zeggen de "drang" om tot voltooiing te geraken ("urge to completion"). Hierbij vindt een selectie van mogelijkheden plaats, door een "valuation", waardoor bepaalde mogelijkheden worden gerealiseerd ("actualisation") en andere worden uitgesloten ("elimination"), zodat tenslotte "satisfaction" wordt bereikt.

Dit proces is analoog aan de scheppende activiteit van een kunstenaar, die weliswaar in zijn scheppingsproces op weg is naar de realisering van een doel - en daarin voldoening vindt - maar allerminst van te voren precies weet hoe dat er uit zal zien. Tijdens dit scheppingsproces zijn allerlei, wisselende criteria aan het werk ("determination") die het momentane resultaat beoordelen ("valuation") en die tenslotte de realisatie bewerken van een compositie, een samenvoeging ("concrecence") van elementen,

die vervolgens op zijn beurt weer in het voortgaande proces wordt opgenomen als nieuw element voor nieuwe samengroelingen, composities.

Whiteheads natuurfilosofie is fundamenteel een evolutionaire filosofie, waarin de werkelijkheid een proces is van "creative advance". De richting van deze voortgang is niet bepaald door een gepredestineerd doel, maar door de momentane valuatie van mogelijkheden door de subjectieve aim in iedere gebeurtenis, die een selectie van mogelijkheden is. "Actualisation is Selection among Possibilities" [74]. De werkelijkheid is een voortdurende realisering van mogelijkheden en "nieuwheid", met medeneming van het oude en reeds gerealiseerde, zoals ook de Geschiedenis een voortdurende "re-enactment" van het verleden in het licht van het heden en de toekomst is [75].

Ofschoon een adekwate behandeling van het denken van Whitehead de perken van deze studie te buiten gaat [76], lijkt mij duidelijk dat een toekomstige bespreking van de wijsgerige problemen omtrent de evolutieleer niet aan deze belangrijke wijsgeer voorbij kan gaan. Vooral ook voor de formulering van een wijsgerige biologie, bevatten Whiteheads opvattingen belangrijke inzichten [77].

In het perspectief van de "Cosmology" van Whitehead, krijgt overigens ook de opvatting van Eigen een nieuwe zin. Zoals we zagen is voor Eigen het "spel" een fundamentele eigenschap van de natuur.

Es war nicht der Mensch, der das Spiel erfand [...] Das Spiel ist ein Naturphänomen, das schon von Anbeginn den Lauf der Welt gelenkt hat: die Gestaltung der Materie, ihre Organisation zu lebenden Strukturen wie auch das soziale Verhalten der Menschen [78].

Maar in tegenstelling tot de reductionistische intentie van Eigen - die immers beweerde dat door de speltheorie de "menschliche Verhaltensweisen, so komplex sie sein mögen, [müssen] letztlich auch ihre Begründung in den fundamentalen Prinzipien der Naturwissenschaften finden" [79]- verschijnt "spel" als een fundamenteel antropomorfisme, dat betekenis tracht te geven aan datgene wat zich in de natuur afspeelt.

De natuurfilosofie van Whitehead is ongetwijfeld een inspirerende poging om aan de continuïteit tussen mens en natuur recht te doen, overeenkomstig ook de gegevens van de evolutietheorie, zonder daarmee het zijnseigene van de mens teniet te doen. De evolutie van de mens is de interne ontvouwing van de mogelijkheden van de natuur zelf. Mens en Natuur, Geest en Stof, Humanisme en Naturalisme, zijn wellicht geen onverzoenlijke tegenstellingen?

## NOTEN

- 1) Zie o.a. Feuerlicht, Schacht, Israel.
- 2) Tegenwoordig ook wel de "post-moderne crisis" genoemd. Zie o.a. Lyotard.
- 3) Zie o.a. Johnson & Geyer. Zie ook noot 4.
- 4) Zie o.a. Spengler, Heidegger, Jaspers, Sorokin, Mannheim, Gehlen, Freyer, Schelsky, Marcuse, Fromm, Ellul.
- 5) De wetenschap verschaft ons geen objectieve kennis van de natuur zoals zij in zichzelf is. Zie o.a. Mach, Poincaré, Duhem, Popper, Kuhn, Feyerabend.
- 6) Heidegger noemde dit het "tragische van de mens": zoals weleer Oedipus, denkt hij een onheil van zich af te weren, en juist daardoor roept hij het over zich af. (Zie Heidegger, 1954).
- 7) Zie o.a. Skolomowski.
- 8) Oudemans, 50.
- 9) Van Melsen, 1960, 1.
- 10) Reeds de Grieken kende het thema van de menselijke Hubris ten aanzien van de Goden. Zie bv. Aischylos: "Omdat de mens meer wil zijn dan het hoogste dat hem gegeven is, keert het Lot zich tegen hem" (Aysch., Eum., 368vv).
- 11) Soontjens, 1983.
- 12) Zie o.a. Burt, Butterfield, Randall, Boas, Hall, Dijksterhuis, Collingwood, Cassirer, Blumenberg, Koyré, Toulmin.
- 13) Zie ook Guardini
- 14) Zie o.a. Kitto, Rostovtzeff en Starr.
- 15) Zie o.a. Duby, LeGoff, Painter, Huizinga, Janssen.
- 16) Zie o.a. Knowles.
- 17) Door deze kritiek werd de barrière, die het Middeleeuwse wereldbeeld bood voor een wetenschappelijke ontwikkeling "durch eine innere Inkonsistenz und daraus folgende Umbildung des scholastischen Systems selbst aufgehoben" (Blumenberg, 39).
- 18) Zie hiervoor o.a. Cassirer, Crombie, Debus, Dijksterhuis, Hall, Koyré, Kuhn, Feyerabend, Maier, Van Melsen, Leclerc, Thomas, Wallace, Yates.
- 19) In de Middeleeuwen stierf de mens zonder vrees. Hij schikte zich in het onvermijdelijke. Pas sedert de 14de eeuw bemerkt hij met angst het gevaar van de dood. Zie o.a. Ariès en Huizinga (1919). Hierbij speelden ook sociaal-economische factoren - die samenvattend wel de opkomst van stad en burgerij worden genoemd - een belangrijke rol. Zie o.a. Palmer, Randall, Weber. De Christelijke heilsboodschap werd gesekulariseerd, zoals blijkt uit de opkomst van de utopie als literair genre. Zie o.a. Manuel.
- 20) Een proces dat zijn wortels reeds in de 11de eeuw heeft. Zie Morris. De antropocentrische en individualistische georiënteerdheid drukte zich ook uit in het opkomen van de portretkunst. Zie bv. Burckhardt, Janson, Lemaire.

- 21) Vert J.Hemelrijk,1968.
- 22) Reeds in de 14de eeuw, werd onder invloed van het zoeken naar een mechanische klok, het denken over het heelal als een hemels uurwerk steeds uitdrukkelijker. Zie White.
- 23) Mathematisering en Mechanisering zijn dan ook nauw met elkaar verwant. Zie Cassirer,1923.
- 24) Het atomisme van Demokritos was, via Lucretius' "De Rerum Naturae", door Gassendi opnieuw onder de aandacht gebracht. Zie o.a. Van Melsen,1949, Jammer,1961.
- 25) Zie o.a. Van Melsen,1960.
- 26) Zie o.a. Leyden, Wallace.
- 27) Zie o.a. Cassirer,1923.
- 28) De kritiek op het finaliteitsconcept werd in de zogenaamde "mechanische filosofie". van de filosofen van de 17de eeuw, en met name door Descartes, gerechtvaardigd en bekrachtigd. Zie o.a. Boas.
- 29) Bacon, New Atlantis,66.
- 30) Newton, Philosophiae Naturalis Principia Mathematica,547.
- 31) Zie ook Guardini.
- 32) Zie hiertoe bv. Bury, Cassirer, Eiseley, Hampson, Hazard, Gray, Gillespie, Foucoult, Lovejoy, Lepenies, Nisbett, Toulmin.
- 33) Zie o.a. Lovejoy, Gillespie, Glass.
- 34) Zie Bury, Nisbett.
- 35) Een enkeling zoals Rousseau en Mandeville spraken hun twijfels over de vooruitgang van de maatschappij uit. Zie ook Beerling, Lemaire.
- 36) Het is bekend dat ook Darwin sterk onder de invloed heeft gestaan van de Natuurlijke Theologie. Zie o.a. Ospovat.
- 37) Dewey,1910,336.
- 38) Heberer,1960,97.
- 39) Pittendrigh,393.
- 40) Spaemann & Löw,217.
- 41) Van Melsen,1964,101.
- 42) "So it happened, that the final triumph of mechanicism, evolutionism, was at the same time her defeat" Jonas,57.
- 43) Monod,1970,160,167.
- 44) Van den Berg (1985) wijst erop dat in 1859, zowel de "Origin" als de "Politieke Ökonomie" van Marx verschijnt!.
- 45) Huxley,1954,37.
- 46) Dobzhansky,1977,1
- 47) Greene,1981,176.
- 48) Falk,1981,48.
- 49) Byerley,1979,157.
- 50) Zie o.a. Gould, Eldredge, Stanley, Kimura, Wicken, Brooks & Wiley, Riedl, Wuketits, Ridley, Baldwin, Raff & Kaufmann, Ho & Saunders, Hallam.
- 51) Te verschijnen in 1989.
- 52) Delfgauw,1967,16.
- 53) Met een antropomorfe beschouwingwijze wordt bedoeld dat de mens en dus ook de wetenschapper slechts toegang tot de natuur krijgt via zijn menselijke ervaring en slechts begrip van de natuur verkrijgt door middel van voortdurende, expliciete of impliciete referentie naar deze voorwetenschappelijke menselijke (zelf-)ervaring.

- 1) Stebbins,1982,9.
- 2) Zie Zimmermann,1968,23.
- 3) Zie o.a. Gould, Baldwin, en Raff en Kaufmann.
- 4) Mayr,1978,39.
- 5) Zie Darlington (1969), Dobzhansky (1962), Rensch (1975), Riedl (1976).
- 6) Zie Weizsäcker (1948), Hoyle (1978), Weinberg (1979), Silk (1980).
- 7) In zijn "Idea of Nature" (1945) verdedigt Collingwood de stelling dat de natuurwetenschap in feite een historische wetenschap is.
- 8) Zie daartoe bv. Spencer, Haeckel, Bergson, Whitehead, Morgan, Smuts, Alexander, Dobzhansky, Waddington, Huxley, Simpson, Rensch en Riedl.
- 9) Zie Simpson,1949,13.
- 10) Mayr,1970,1.
- 11) Huxley,1942,23.
- 12) Dobzhansky et al.,1977,19.
- 13) Zie Wuketits,1978.
- 14) Zie Lakatos,1978.
- 15) Zie Remane,1973.
- 16) Simpson,1949,13.
- 17) Wuketits,1982,5.
- 18) Zie o.a. Popper 1963 en 1975.
- 19) Zie hiervoor o.a. Goudge, Popper, Ruse (1973), Hull (1974), Wuketits (1978).
- 20) Popper (1974), Goudge, Van Melsen (1964).
- 21) Bowler,1985,3.
- 22) Een uitzondering is het boek van Sober,1984.
- 23) Daartoe raadplege men de boeken van o.a. Eiseley, Lovejoy, Glass, Mayr (1982) en Lefèvre.
- 24) De uitdrukking is ontleend aan Lovejoy.
- 25) Dobzhansky,1937,11.
- 26) Zie Lever,1973.
- 27) Zie o.a. Lever, Glass.
- 28) Glass,31.
- 29) In zijn vroegere werk aanvaardde hij de constantheid van de soort: "Er zijn evenveel soorten als door God geschapen" (Classes Plantarum ,1738).
- 30) Zie Stafleu,1971,134.
- 31) Dit blijkt uit de recente discussie over de aard van de soort: moet het als een klasse of als een individu worden beschouwd? Zie o.a. Ghiselin,1974, Hull,1978, Ruse,1981, en Williams,1985. Zie voor een Review en Kritiek van de standpunten bij Rieppel,1986.
- 32) De huidige opvatting wordt soms beschouwd als een subtiële synthese van beide standpunten: de embryogenetische ontwikkeling is een epigenetisch differentiatieproces van het cytoplasma van de zygote, gestuurd door het gepreformeerde programma van de in het genoom aanwezige informatie. Zie

- o.a. Raven,1968, Grant,1978, Maienschein,1986.
- 33) Zie hiervoor vooral Ospovat, Bowler en Yeo.
  - 34) Volgens zijn "loi de connections" nemen de organen van verschillende dieren die tot hetzelfde plan behoren, steeds dezelfde plaats in ten opzichte van elkaar.
  - 35) Hij formuleerde het zogenaamde "Principe de Correlation", volgens hetwelk de delen en de organen van een organisme een fundamentele samenhangende eenheid vormen. Elk deel of orgaan zou getuigenis afleggen van het geheel waar het in thuis hoorde. Dit principe werd tot een leidend en vruchtbaar instrument bij zijn onderzoekingen van zowel bestaande dieren als van uitgestorven dieren.
  - 36) Darwin,1859,368.
  - 37) Zie Haber in: Glass.
  - 38) Leonardo da Vinci,330.
  - 39) Zie Glass.
  - 40) Lyell,1830,I,12.
  - 41) Zie Lovejoy,1936.
  - 42) Diderot,1769,63.
  - 43) De la Mettrie,1748,45.
  - 44) Zie Glass.
  - 45) Lamarck,39.
  - 46) Zie Lamarck,1809.
  - 47) Lamarck,72.
  - 48) Lamarck,133.
  - 49) Lamarck,129.
  - 50) Zie Boesiger.
  - 51) Erasmus Darwin (1794); citaat in: Hardy,1965,51.
  - 52) Chambers,222.
  - 53) Chambers,154.
  - 54) Ghiselin,1.
  - 55) In zijn boeiende "Journal of Researches" (1839), beschrijft Darwin deze reis. .
  - 56) Zie in: F.Darwin, More Letters (ML),1903,II,117.
  - 57) Darwin,1876,55.
  - 58) Darwin,1876,57. In zijn boek toonde Malthus aan dat grote sterfte voor de mensheid onvermijdelijk is omdat de bevolkingsgroei als een meetkundige reeks toeneemt, de voedselvoorziening echter als een rekenkundige reeks. Het was met name deze opvatting van Malthus die Darwin trof.
  - 59) Brief aan Lyell,18-6-1858; in: Darwin, F.,1892,185.
  - 60) Voor een boeiend relaas van de verwickelingen rond het manuscript van Wallace, zie het boek van Brackman (1980), waarin de prioriteit van Darwin wordt betwijfeld.
  - 61) Darwin,1859,117.
  - 62) Darwin, 1859,130.
  - 63) Zie Wilson, in: Clagett,401. Zie ook Coleman.
  - 64) Darwin,1876,125.
  - 65) We zullen op deze plaats niet verder uitwijden over de kritiek van geofysische (door William Thomson, alias Kelvin), paleontologische (door John Phillips), en embryogenetische (door Karl von Baer) aard. Zie hiervoor o.a. de boeken van Eiseley, Hull, Ruse, Mayr, en Lefèvre.

- 66) Zie bv. Kimbras.
- 67) Darwin, 1859, 69. Hierdoor werden de latere edities "more contradictory and confusing than the first". (Magner, 1979, 385).
- 68) Darwin, 1859, 69.
- 69) Zie Darwin, 1868.
- 70) Zie Weissmann, 1885.
- 71) Zie Mendel, 1865.
- 72) Zie Ruse (1979), en Hull (1976).
- 73) Zie Ruse, 1979, 208.
- 74) Hull, 1976, 34.
- 75) Zie o.a. Boesiger.
- 76) Haeckel, 1909, 6.
- 77) Zie o.a. Oldroyd.
- 78) citaat bij Hardy, 80.
- 79) Ook de statistische onderzoeken van de biometrici F. Galton (1822- 1911), K. Pearson en W. Weldon, naar de wijze waarop selectie werkt, leken geen ondersteuning van Darwin's theorie. Zie o.a. Ruse, 1979.
- 80) Zie Ruse, 1979, 232.
- 81) Singer, 298.
- 82) Zoals Rensch, De Beer, Ford, Stebbins en Darlington.
- 83) Zie o.a. Dunn et al., Bresch, en Ayala & Kiger. Zie voor de ontwikkeling van de synthetische theorie het recente boek van Mayr en Provine.
- 84) De mate waarin selectie de genfrequentie kan veranderen noemt men "selectiedruk".  $Fitness + Selectiedruk = 1$ ;  $(f+s=1)$   $1=100\%$ .
- 85) Zie hiertoe o.a. Hayes, 1969.
- 86) Zie hiertoe Watson, 1976.
- 87) Zie o.a. Miescher in 1878, en vooral Avery in 1943.
- 88) Zie Luria, 1984.
- 89) Zie Watson en Crick, 1953.
- 90) Zie voor verslag Watson, 1974. Zie ook Judson.
- 91) Sinds de ontdekking van het RNA- transcriptase door Temin (1970) blijkt ook de richting RNA->DNA mogelijk. In Judson (1979) wordt de spannende geschiedenis van al deze ontdekkingen beschreven. Zie voor technische uiteenzettingen: Watson, 1976.
- 92) Zie Jacob en Monod (1960) en Monod en Jacob (1961).
- 93) Door Davidson en Britten (1979) werd een dergelijk maar gecompliceerder model voor de eukaryotische cel voorgesteld. Voor een recent overzicht, zie Brown, 1981.



- 1) Mayr, 1961.
- 2) Zie Huxley, 1942. Een recenter overzicht van de literatuur met betrekking tot de evidenties voor de evolutie wordt gegeven in de laatste druk van Huxley's "The Modern Synthesis" (1974).
- 3) Dobzhansky, 1937, preface to third edition (1951).
- 4) Zie ook Darlington's "Evolution of the Genetical Systems" (1939), Rensch's "Neuere Probleme der Abstammungslehre" (1947), De Beer's "Embryos and Ancestors" (1951), en Ford's "Ecological Genetics" (1964). Al deze auteurs kunnen als de architecten van de moderne evolutietheorie worden beschouwd.
- 5) Dobzhansky et al., 1977, 19.
- 6) Hiervoor worden verschillende uitdrukkingen gebruikt, zoals "at random mutations"; "mutation by chance"; "accidental mutations".
- 7) Zie voor uiteenzetting o.a. Ayala en Kiger.
- 8) "Anagenesis: upward evolution leading to major advances in organisation and efficiency" (Huxley, 1942, 598).
- 9) "Cladogenesis: branching evolution leading to progressively greater divergence and diversification of organisms" (Huxley, 1942, 598).
- 10) Zie Stebbins, 1983, 823.
- 11) Zie o.a. Mayr, 1970.
- 12) Premating mechanisms. Zie Mayr, 1970, 57. De isolatie kan van resp. a) ecologische, b) ethologische, c) anatomische en d) fysiologische aard zijn.
- 13) Postmating mechanisms. Zie Mayr, 1970, 64. Ze kan te wijten zijn aan a) natuurlijke abortie, b) mortaliteit, c) steriliteit en d) verminderde viabiliteit.
- 14) Mayr, 1970, 279.
- 15) Riedl, 1976.
- 16) Dobzhansky, 1968, 87.
- 17) Zie o.a. Dobzhansky, 1968, 175.
- 18) Zie o.a. Dobzhansky, 1968b, 1974.
- 19) Zie Mayr, 1970.
- 20) Mayr, 1970, 164.
- 21) Zie Mayr, 1970, 184.
- 22) Deze koppeling in supergenen moet wel onderscheiden worden van de zogenaamde "koppelingsgroepen", die zich manifesteren tijdens recombinatie-experimenten, en die een gevolg zijn van de plaats die de verschillende genen hebben op hetzelfde chromosoom.
- 23) "The result of the coadapting selection is a harmoniously integrated gene complex [...] that resists sudden changes (Mayr, 1970, 165 ev.).
- 24) "Which gene will mutate and at what time is "random", but the subsequent fate of such a mutation is strongly controlled by the gene complex in which it occurs" (Mayr, 1970, 175).

- 25) Mayr,1970,183.
- 26) Berry,38.
- 27) Rensch,1960;1970.
- 28) Zie o.a. Futuyama,1979 en Stebbins,1982.
- 29) Dobzhansky et al.,1977,xiv.
- 30) Zie o.a. Waddington,1957;1961.
- 31) Zie bv. Raff en Kaufmann,1982 .
- 32) Zie bv. Ridley,1985.
- 33) Zie Gould, Eldridge, en Stanley.
- 34) Zie ook Hoffman,1982.
- 35) Zie o.a. Kimura,1979.
- 36) Ook het hedentendage uitvoerig besproken probleem van het aangrijpingspunt van de selectie: het gen, het organisme, de verwantschapsgroep of de soort, heeft te maken met de rol van de natuurlijke selectie. Zie o.a. Wynne-Edwards,1962, Williams,1966, Dawkins,1976 en Mitchell,1987.
- 37) Zie o.a. Kimura,1979. Het xanthine-dehydrogenase van de fruitvlieg komt bv. voor in maar liefst 20 varianten, die alle dezelfde functionele activiteit hebben.
- 38) Zie Dobzhansky et al.,1977.
- 39) "Most of the variability within a species and evolutionary change at the molecular level are not caused by selection, but by random drift of mutant genes that are selectively equivalent". (Kimura,Sci.Am.11,1979).
- 40) Zie Schindewolf en Goldschmidt.
- 41) "We shall try to show that this [het neo- Darwinisme,FS.] viewpoint does not suffice to explain the facts". (Goldschmidt,1940,6).
- 42) Goldschmidt,1940,6.
- 43) Goldschmidt,396.
- 44) Zie Gould&Eldredge,1977, Stanley,1979, en Hallam,1977.
- 45) Stanley,1981,preface.
- 46) Gould,1977.
- 47) Waddington,1960,381.
- 48) Waddington,1960,381ev.
- 49) Waddington gaf een uitgebreide uiteenzetting van zijn theorie in zijn boek "The Strategy of the Genes" (1957).
- 50) Zie o.a. Wilson. Zie ook Mayr,1963 en 1970.
- 51) Zie Waddington,1961.
- 52) Hardy,152. Zie ook J.Huxley,1942,523.
- 53) Hardy,152.
- 54) Hardy verwijst in zijn boek naar verschillende onderzoeken die deze stelling ondersteunen. Het zou in dit kader te ver voeren daar op in te gaan.
- 55) In zijn inspirerende boek haalt hij een veelheid van biologische verschijnselen aan die naar zijn mening niet op een adequate manier door de moderne evolutietheorie kunnen worden verklaard. Zie ook Thorpe,1963.
- 56) Mayr,1970,364.
- 57) Hardy,208.
- 58) Riedl,1975.
- 59) Brooks & Wiley,1986; Wicken,1987.

- 60) Zie Soontiens, F.J.K. Entropie, Evolutie en Teleologie, intern paper, 1987.
- 61) Zie o.a. Stebbins en Ayala, 1981.
- 62) Zie o.a. Dobzhansky, 1968a.
- 63) Brandon, 1978, 181.
- 64) Pittendrigh, 1958, 394.
- 65) White, 1962, 179.
- 66) Krimbas, 1984, 1.
- 67) Dobzhansky, 1968a, 5.
- 68) letter to Krimbas, 1982.
- 69) Dobzhansky, 1968a.
- 70) Lewontin, 1976, 204 .
- 71) citaat bij Krimbas, 2.
- 72) zoals door o.a. Popper (1972) en vele anderen (Birch, 1967; Smart, 1963; Flew, 1967; Grene, 1974) wordt beweerd.
- 73) "Evolutionary plasticity must be purchased at the price of sacrificing some adaptive uniformity" (Dobzhansky, 1937, 282).
- 74) Zie Stebbins, 1983, 824.
- 75) Gould en Lewontin, 1979, 592.
- 76) Zie Campbell, 1983.
- 77) Zie Dobzhansky, 1968a.
- 78) Zie Lewontin, 1978.
- 79) Zie Mills & Beatty, 1979, 264.
- 80) Lewontin beschouwt adaptatie als een activiteit van "problem-solving" "Adaptation is the process of evolutionary change by which the organism provides a better and better "solution" to the environmental "problem" and the end-result is the state of being adapted". (Lewontin, 1978). Adaptatie is de "beste" of de "optimale oplossing" voor een probleem dat het milieu aan het organisme stelt.
- 81) Darwin, 1859.
- 82) Zie Waters, 1986.
- 83) Dobzhansky, 1937, 77.
- 84) "Natural selection [...is] differential mortality and reproductive success". (Patterson, 1978, 190). "The principle of natural selection [...is that] different variants leave different numbers of offspring either immediately or in remote generations" (Lewontin, 1978, 220). "Those individuals which have the greatest chance of surviving and reproducing are those which have the most appropriate combination of characters for coping with the environment" (Mayr, 1978, 48). "Natural selection is the differential survival and reproduction of genetically variant individuals" (Ayala, 1978, 56). "Selection is not caused by differential survival and reproduction, it is differential survival and reproduction, and no more" (Futuyama, 1979, 292). "Natural Selection is [...] the differential survival of alternative alleles" (Williams, 1966, 270). "Natural Selection is [...] better chance of surviving and reproduction of organisms with useful variations" (Ruse, 1971, 335). "Natural selection is the differential perpetuation of genes" (Hull, 1974, 66). "Natural selection

is differential survival and reproduction of organisms" (Dobzhansky et al., 1977,97). "The Principle of natural selection: Organisms enjoy differential reproductive success in virtue of some heritable characteristics that they possess. In a given environment, certain characteristics will, among those of the population at large, confer greater reproductive advantage to those which possess them". (Bradie,Gromko,1981,8).

- 85) Von Bertalanffy,1949,82.
- 86) Waddington,1957,64.
- 87) Zie Gould & Lewontin,1979. Voor het problematische karakter van de de relatie tussen adaptatie en selectie zie ook Ridley.
- 88) Gould en Lewontin geven nog vele andere voorbeelden.
- 89) Zie bv. Ruse,1971.
- 90) Zie voor deze belangrijke kwestie o.a. Wynne- Edwards, Williams en Dawkins.
- 91) Zie Kimbras,1984.
- 92) Zie voor uitvoeriger behandeling o.a. Goudge, 1963, Hull, 1974, Ruse, 1973 en Wuketits, 1978.

- 1) Van Melsen, 1964, 143.
- 2) Zie ook Woodger, Kemeny, Dijksterhuis, Van Melsen (1960, 1964). Ik hanteer de term "mechanicisme" voor de leer dat alles met behulp van mechanistische principes te verklaren is.
- 3) Engels, 1982, 17.
- 4) Zie bv. Burnet, 1914 en Guthrie, 1975.
- 5) Zie o.a. Van Melsen (1949, 1955), Leclerc (1972, 1986) en Collingwood (1945).
- 6) Zie bv. Montalenti, 1973, 4. Zie ook Kullmann.
- 7) Zie bv. Vlastos, 1975.
- 8) Zie bv. Snell, 1954.
- 9) Zie hiertoe de boeken van o.a. Van Melsen, Jammer en Toulmin.
- 10) Zie o.a. Van Melsen (1960).
- 11) "Wherever, ... there the creatures survived, being accidentally compounded in a suitable way; but where this did not happen, the creatures perished and are perishing still" (Kirk, Raven, 337).
- 12) Zie bv. Collingwood, 1945.
- 13) In verband met Demokritos is de term "mechanicisme" eigenlijk een anachronisme.
- 14) Zie o.a. Van Melsen, 1941, 1949.
- 15) We hebben kennis van zijn opvattingen via Lucretius (90-55), die in zijn leerdicht "De Rerum Natura" een poëtische verwoording van de opvattingen van Demokritos geeft. Deze tekst is uit Boek V, 800ev.
- 16) Aristoteles in: Physica II, 4.
- 17) Zie bv. Guthrie, 109.
- 18) Zie ook Armstrong, 1963, 30.
- 19) Zie Plato, Phaedo, 97c.
- 20) Whitehead kwalificeerde de "Timaios" van Plato, als een van "the two statements of cosmological theory which have had the chief influence of Western thought" Whitehead, 1929, 142. Zie ook Cornford, 1975.
- 21) Vertaling: de Win, 30.
- 22) Zie bv. Armstrong, 51.
- 23) Timaios, vert. de Win, 48.
- 24) "Hij wilde immers dat alles goed zou zijn en dat, in de mate van het mogelijke niets onvolmaakt zou zijn". (de Win, 30). Zie ook Cornford, 30.
- 25) "In de zelfbeweging moeten we de wezenheid en het begrip van de ziel erkennen". Phaedrus, 24; vert. de Win, 33.
- 26) Zie ook Field, 1969, 97.
- 27) Zie dialoog Phaedo, 79a : "De ziel gelijkt op het goddelijke".
- 28) Zie ook Field, 106.
- 29) Zie ook Zeller, 1931, 148.

- 30) Zie hiertoe ook Cornford en Field.
- 31) "Die [in zweiten Buch der Physik] begründete teleologische Naturansicht gehörte zu den wirkungsmächtigsten Lehrstücken der Aristotelischen Philosophie überhaupt". (Wieland, 1970, 255).
- 32) Voor een herwaardering van de betekenis van de natuurfilosofie van Aristoteles, zie vooral de boeken van Van Melsen (Zie hiertoe ook Soontjens, 1985), en ook van Leclerc.
- 33) Hist. Anim. 8, 1, 588b.
- 34) Zie hiervoor het fascinerende boek "The Great Chain of Being" van Lovejoy.
- 35) Voor de betekenis van zijn biologische opvattingen zie o.a. Kullmann, Morsink en Grene.
- 36) Physica, 185a12.
- 37) "Nature means to have a source of movement within the thing itself" (De Coelo, 301b18).
- 38) Physica, I, 191a1-20.
- 39) "The fulfilment of what exists potentially, in so far as it exists potentially, is motion" (Physica, III, 201a10).
- 40) "The question 'why', then, is answered by reference to matter, to form and to primary moving cause and to 'that for the sake of which'. (Physica, 198a24).
- 41) "The end and aim of all becoming is the development of potentiality to actuality, the incorporation of form in matter". Zie ook Ross, 1923, 74.
- 42) "Since 'nature' means two things, the matter and the form, of which the latter is the end, and since all the rest is for the sake of the end, the form must be the cause in the sense 'that for the sake of which'. (Physica, 199a30).
- 43) Uit dit alles blijkt dat de begrippen "eidos", "entelecheia", en "energeia" met elkaar verwant zijn: "Eidos" is de volmaakte, gerealiseerde vorm, de norm, het idee, waarnaar en omwille waarvan de verandering op weg is; "Entelecheia" is de vorm, de eidos als bewegend principe, werkzaam in het veranderende ding; "Energeia" is de activiteit van de gerealiseerde eidos, van de actualiteit bv. het zien is niet "entelecheia", maar "energeia" van het oog.
- 44) "Those things which are natural, arrive at some completion, by a continuous movement originated from an internal principle [...] the tendency in each is towards the same end, if there is no impediment" (Physica, 199b15).
- 45) Physica, II, 200a30.
- 46) zie De Partibus Animalium, 642 en De Generatione Animalium, 731, 743, 767b13, 789. Zie ook Ross, 1923, 78ev, 123ev.
- 47) "to distinguish the various meanings of Necessity: There is 'absolute' Necessity, which belongs to the eternal things; and there is 'conditional necessity', which has to do with everything that is formed by the processes of Nature. (PA, 639b21).
- 48) PA, 642a31.

- 49) Physica,II,200a25.
- 50) Physica,II,200a30.
- 51) "What is necessary than is necessary on hypothesis; (Physica,200a10-15).
- 52) "In all things which involve production for an end, the product cannot come to be without things which have a necessary nature, but it is not due to these; it comes to be for an end". (Physica,200a30).
- 53) "Nature belongs to the class of causes which act for the sake of something". (Physica,II,198b10).
- 54) "Events that are for the sake of something include whatever may be done as a result of thought or of nature". (Physica,II,196b,23).
- 55) zie Physica,II,iv.
- 56) Er is dan van toeval sprake, "wenn ein Zweck erreicht wird, obwohl er nicht als solcher intendiert gewesen war" (Wieland,1976,259).
- 57) Zie Ross,1936,40.
- 58) Zie Ross,1936,41.
- 59) "Zufall und Notwendigkeit gibt es bei Aristoteles nicht trotz der Teleologie, sondern wegen ihrer". (Wieland,265).
- 60) "Inasmuch as spontaneity and chance are causes of the same things as mind and nature...it is clear that the incidental cannot be prior to the essential. Therefore spontaneity and chance are posterior to mind and nature". (Physica,II,198a5).
- 61) "If artificial products are for the sake of an end, so also are natural products"(Physica,199a10).
- 62) Physica,199b20-30.
- 63) Meth.Bk. 1072,3
- 64) Ethica Nicomachea,433a20. Zoals we "bewogen" worden door de schoonheid van een kunstwerk.
- 65) EN,433b15
- 66) De lichte elementen vuur en lucht bewegen van nature opwaarts, de zware elementen aarde en water bewegen van nature neerwaarts, naar het centrum van de kosmos. Zie De Coelo,311a5.
- 67) "Nature always strives after "the better". Now "being" is better than "not-being": but not all things can possess "being", since they are too far removed from the originative source. God adopted therefore the remaining alternative, and fulfilled the perfection of the universe by making coming-to-be uninterrupted: for the greatest possible coherence would thus be secured to existence, because that coming-to-be should itself come-to-be perpetually" is the closest approximation to eternal being".(G&C,336b28).
- 68) De ziel wordt door Aristoteles het "zijnsbeginsel van de levende wezens" genoemd. (DA,402a5). De ziel ("psyche") is het beginsel van groei en voeding, van waarnemen en kennen, van beweging en streven. (DA,413b10).
- 69) DA,415b1.
- 70) EN,1094a20.

- 71) EN,1094a3.
- 72) "Nature always strives after "the better". (G&C,336b28).
- 73) Meth.,XII,1072b2.
- 74) Zie ook DA,415a26.
- 75) Methexis; zie Meth.12,7,1072b2.
- 76) Zie echter Kullmann en Ross,1923,114.
- 77) We vinden deze opvattingen op systematische wijze uit-  
gewerkt in het leerdicht "De Rerum Natura" van de Romeinse  
dichter Lucretius Carus (96-55v.Chr.)
- 78) Het heeft daarom ook geen zin zich tegen dit "Lot" te ver-  
zetten. Omdat alles wat gebeurt redelijk is, kan de mens  
immers niets onredelijks overkomen.
- 79) Citaat bij Sambursky,1956,171.
- 80) Sambursky,1956,169.
- 81) "chance is a cause hidden for human comprehension" (citaat  
bij Sambursky,170).
- 82) Zie hiertoe Armstrong en Weinberg.
- 83) Zie o.a. Sambursky en Dobbs.
- 84) Zie Armstrong en Weinberg.
- 85) "The Good as Fecundity must manifest Itself in the actuali-  
sation of all essences, all possibilities". Lovejoy,52.
- 86) Zie o.a. Gardner,1972.
- 87) Zie Zimmermann,1953,103.
- 88) De commentaren van Averroës op Aristoteles "influenced phi-  
losophers from the 13th to 17th century". (Weinberg,134).
- 89) "Hij is er in geslaagd het Aristotelische metafysische  
denken zijn (ondergeschikte) plaats te geven in een wel-  
doordacht neoplatonisch systeem". Rijk,1977,194.
- 90) Zie Summa contra Gentiles,I,44,4.
- 91) "The essence or nature is a potentiality whose actuality  
is the act of existing". Weinberg,1967,185.
- 92) Summa contra Gentiles,I,2,3.
- 93) "Ea enim,quae non cognoscunt finem, non tendunt in finem  
nisi ut directa ab aliquo cognoscente, sicut sagitta a sag-  
ittante: Unde si natura operetur propter finem, necesse est  
quod ab aliquo intelligente ordinetur".  
(Comm.Phys.Arist,II,12,250). Citaat bij Spaemann & Low,1981,85.
- 94) Zie hiervoor ook Spaeman & Löw,1981,85.
- 95) "Ein finis ist für die Scholastik immer ein von irgend  
einem Willen angestrebtes Ziel, das nur "ut apprehensum"  
als "Ursache" wirken kann". Maier,1955,278.
- 96) "Finis motus eorum est ut consequantur divinam similitudi-  
nem ad hoc quod sint in seipsis perfecta, utpote habentia  
propriam formam et proprium ubi" (S.C.G.,III,229).
- 97) Dit in tegenstelling met de nadruk op de Zelf-handhaving in  
de filosofie van de Nieuwe Tijd en ook in de evolu-  
tietheorie! Zie ook Spaemann & Löw,1981.
- 98) SCG,III,22
- 99) Overigens was het nominalisme-realisme debat van grote be-  
tekenis voor de ontwikkeling van het "soort"- begrip. Zie  
Stafleu.
- 100) Zie Maier,1955,306.



- 101) Het doel werkt "ut habet esse in anima". dat wil zeggen "het doel werkt voor zover het in de geest bestaat".
- 102) Het doel werkt wel degelijk "ut est extra". dat wil zeggen "het doel werkt voor zover het bestaan buiten de geest heeft".
- 103) "Volgens het objectief bestaan die het in de ziel heeft".
- 104) Zie Weinberg,235.
- 105) Zie Leff.
- 106) een "mental construct". Voor Ockham zijn stof en vorm evenwel niet langer metafysische principes, maar empirische constituenten van de dingen, en als zodanig eigenlijk ook geen echte oorzaken van de dingen.
- 107) Men kan de gezondheid begeren en desondanks toch teveel eten of drinken. Daaruit blijkt dat het begeren van het doel, niet de oorzaak kan zijn van het handelen.
- 108) Dit was er verantwoordelijk voor dat "die Aristotelische Kosmologie im Prinzip suspendiert werden konnte" (Blumenberg,31).
- 109) Hij doet dit met name in zijn twee lange "Questiones in Physica". Zie ook Dissertatie van J. Thijssen.
- 110) "Die Zwecke in der Bedeutung des finis quo [können] nur in bildhaften Sinn als Finalursachen angesehen werden". (Maier,1955,308).
- 111) "Was Buridan an die Stelle der Finalität im Naturgeschehen setzt, ist also nicht anderes als das Naturgesetz im modernen Sinn. Das ist ein Schritt von fundamentaler Bedeutung". (Maier,1955,334).
- 112) "Wir ... helfen uns darum mit einer bildlichen Ausdruckweise, indem wir Gott und den Dingen in Analogie zu den Verhältnissen unseres menschlichen Handelns ein final bestimmtes Wirken zuschreiben". (Maier,1955,316).
- 113) Maier,1955,231.
- 114) Averroes noemde datgene contingent dat van nature in zijn werken falen kan, noodzakelijk wat niet falen kan.
- 115) Zie A. Maier.
- 116) Weinberg,289.
- 117) Zie ook Knowles,340.

- 1) Opgemerkt moet worden dat het machine- model impliciet teleologisch is.
- 2) Zie ook Burtt,307.
- 3) Zie o.a. Maier,1955
- 4) Zie ook Cassirer,1923.
- 5) "... to investigate and demonstrate some of the properties of accelerated motion, whatever the cause of this acceleration may be" (Galilei,1954,167).
- 6) Zie ook Burt,72ev.
- 7) Zie o.a. Crombie,1959,87.
- 8) Newton,PNPM,547.
- 9) Bacon,Novum Organum,34.
- 10) Bacon,NO,47.
- 11) Bacon, The Advancement of Learning,VII,96.
- 12) Bacon, De Augmentis Scientiarum,Bk 3, chp5,512.
- 13) Bacon,NO,39.
- 14) "The entrance into the kingdom of man, founded on the sciences, being not much other than the entrance into the kingdom of heaven." (Bacon,NO,LXVII,66). Een dergelijke wetenschappelijke utopie schetst Bacon in zijn "New Atlantis".
- 15) Zie bv. Boas.
- 16) Zie Descartes, Discours de la Méthode,VI,125.
- 17) Zie Descartes,DM,VI,119.
- 18) Zie ook Collins,1971.
- 19) Zie Descartes,DM,I,85.
- 20) We vinden in zijn "Principia Philosophia" een uitgebreide verhandeling over mechanische principes van beweging en botsing, waaruit hij vervolgens zijn kosmologie afleidt. Ook de levende natuur is te begrijpen met behulp van deze mechanische principes. Descartes fysiologische opvattingen vinden we in zijn werk "Le Monde". De Cartesiaanse natuuropvatting impliceert overigens niet noodzakelijk een reductie van de Natuur tot machine. Zie hiervoor Collins,1971.
- 21) Descartes, Méditations Métaphysique,IV,55.
- 22) Descartes, Principia Philosophia,XXVIII,230.
- 23) "From the early stages in the formation of his theory of nature right down to its most mature development, Descartes had the teleological plan of integrating his philosophy of nature with the critically revised humanistic and religious values. The wisdom about nature toward which he strives is one that binds physical science with metaphysics and ethics." (Collins,1971,93).
- 24) Citaat bij Wallace, II,21.
- 25) Zie Locke, On the Conduct of the Understanding (1706), 1977,156.
- 26) Zie Locke, An Essay concerning Human Understanding (1690), LV,1979,115.

- 27) Ethica, I, St. 18, 37.
- 28) "De dingen hadden door God op geen andere wijze, noch in andere orde, kunnen worden voortgebracht, dan zij inderdaad zijn voortgebracht" (Ethica, I, St. 33, 47).
- 29) Ethica, I, Ax. 3, 16.
- 30) Ethica, I, St. 29, 44.
- 31) "De reden of oorzaak waardoor God, ofwel de Natuur, handelt en waardoor hij bestaat, zijn een en dezelfde." (Ethica, IV, 204).
- 32) Ethica, I App., 56.
- 33) Ethica, I App., 53.
- 34) Ethica, I App., 59.
- 35) Ethica, III, St. 6, 135.
- 36) Ethica, IV, D. 7, 208.
- 37) Ethica, IV, App., XXXII, 276.
- 38) Zoals ook bij de Stoa.
- 39) Zie ook Spaemann & Löw, 1981.
- 40) Zie ook Broad, 1975.
- 41) Principes van "Plenitude" en "Continuïteit". Zie Broad (1975) en Lovejoy.
- 42) Zie ook Broad, 1975, 11.
- 43) Leibniz, Confessio Philosophi, 1976, 76.
- 44) Toch is deze wereld contingent en slechts moreel- noodzakelijk: ze behoort te zijn zoals ze is, omdat ze de uitdrukking is van Gods goedheid.
- 45) Vaak op verwarrende wijze verweven. Zie Soontjens, 1980.
- 46) Leibniz, Discours de Metaphysique, XIX, 123.
- 47) "God stelt zich altijd het beste en meest volmaakte voor." (DM, XIX, 121).
- 48) "Iedereen die de bewonderenswaardige bouw van de dieren ziet voelt zich ertoe geroepen de wijsheid van de maker der dingen te erkennen." (DM, XXI, 131). Deze "wijsheid van de maker der dingen" blijkt volgens Leibniz ook uit het door hem geformuleerde principe van behoud van kracht (DM, XVIII, 119), en uit de verschillende minimum en maximumprincipes in de fysica, zoals geformuleerd door Snellius, Fermat en hemzelf.
- 49) uitdrukbaar in een wiskundige functie, een formule, die de "vorm" van de beweging weergeeft en die volgens Leibniz, ook de causa finalis representeert, omdat ze de anticipatie op de toekomst uitdrukt.
- 50) De samenwerking van al deze strevingen wordt gegarandeerd door de "Harmonie préétablie", bewerkt door God bij de aanvang der tijden.
- 51) Leibniz, 1906, 77.
- 52) Zie hiervoor o.a. Glass en Lovejoy.
- 53) Zoals volgens hem o.a. blijkt uit de formulering van de minimum- en maximumprincipes.
- 54) Leibniz, DM, XXII, 135. Een concrete toepassing van zijn overtuiging dat teleologische principes van wetenschappelijk nut zijn vindt men in zijn artikel "Tentamen Anagogicum" (1696): een uitgewerkte verhandeling over de kaatsings- en brekingswetten van het licht. Zie in Loemker, 478ev.

- 55) Leibniz, DM, XXII, 133.
- 56) God is immers een zo kundig vakman dat hij het lichaam heeft kunnen maken door slechts gebruik te maken van de gewone natuurwetten (God hanteert het beginsel van "Maximum Effect met Minimum aan Middelen").
- 57) Leibniz, in: Loemker, 484.
- 58) Berkeley, *Three Dialogues* (1713), III, 252.
- 59) Zie Berkeley, *The Principles of Knowledge* (1713).
- 60) Berkeley, PHK, 117.
- 61) Het vuur is niet de oorzaak, maar slechts het teken van de pijn, die we voelen indien we met vuur in aanraking komen. (Berkeley, PHK, 83).
- 62) "I see no reason why pointing out the various ends to which natural things are adapted, and for which they were originally with unspeakable wisdom contrived, should not be thought one good way of accounting for them, and altogether worthy a philosopher." (Berkeley, PHK, 118)
- 63) Zie hiertoe Lovejoy, Bury, Cassirer (1951), Eiseley, Gillespie, Toulmin, Lepenies en Foucault.
- 64) Dijksterhuis, 539.
- 65) Zie Lovejoy en Yeo.
- 66) Zie o.a. Bowler (1977), Ospovat (1981), Lenoir (1982) en Yeo (1986).
- 67) Zie hiervoor vooral Ospovat.
- 68) Zie Hume, *An Enquiry concerning Human Understanding* (1748).
- 69) "The idea of cause and effect is derived from experience, which informs us, that such particular objects, in all past instances, have been constantly conjoined with each other." (*Treatise on Human Nature* (1740), I, 3, 90).
- 70) "It is by habit that we make the transition from cause to effect" (THN, 154).
- 71) Hume, THN, 171.
- 72) Zie Hume, DNR, 149.
- 73) "The dissimilitude [between a house and the universe] is so striking, that the utmost you can here pretend to is a guess, a conjecture, a presumption concerning a similar cause" (DNR, 144).
- 74) Hume, DNR, 147.
- 75) Hume, DNR, 176.
- 76) Zie Diderot, 1769.
- 77) Diderot, *Droom van Alembert*, 63.
- 78) Diderot, *Droom van Alembert*, 73.
- 79) Zie De la Mettrie, *L'Homme Machine*, 1748.
- 80) Zie hiervoor o.a. de dissertatie van W. Thijssen (1982).
- 81) De la Mettrie, LM, 75.
- 82) De la Mettrie, LM, 45.
- 83) De la Mettrie, LM, 46.
- 84) Zie Holbach, *Système de la Nature*, 1770.
- 85) Er kwamen vele termen in zwang om deze levenskracht te benoemen, zoals "Vis plastica", "Vis vitalis", "Virtus plastica", "Vis formativa", "Vis essentialis", "Nissus formativus" (Blumenbach), "Lebenskraft", "Bildungskraft" (Kant), "Bildungstrieb", "Organische Kraft", "Living force", "Living principle", "Vital power" en "Principe vital" (Diderot). Zie hiervoor o.a. Lenoir, 1982.

- 86) Zie Lenoir, 1982.
- 87) Lenoir noemt de levenskrachttheorie zelfs een vruchtbaar onderzoeksprogramma, dat tal van ontdekkingen mogelijk maakte.
- 88) De eerste geschiedschrijver van het vitalisme, Hans Driesch (1867- 1941), rekende deze levenskrachttheoretici als voorlopers van zijn neo-vitalisme. Zie Driesch, 1905.
- 89) Blumenbach, 1789, 24.
- 90) Kielmeyer formuleerde reeds een "biogenetische wet" die echter nimmer door hem gepubliceerd werd. ("Ideen zu einer allgemeinen Geschichte und Theorie der Erscheinungen der Organisationen", 1793) Zie Kielmeyer, in: Gesammelte Schriften, Holler, F., (ed.), Berlin, 1938, 107.
- 91) Zie Kant, KU, B 378, 379.
- 92) Kant, UGTP, 128.
- 93) Kants Briefe, in: Kants gesamm. Schriften, XI, 176.
- 94) KRV, B247.
- 95) KRV, B679.
- 96) "Dergleichen Vernunftsbegriffe werden nicht aus der Natur geschöpft, vielmehr befragen wir die Natur nach diesen Ideen" (B673). "Die Idee ist eigentlich nur ein heuristischer und nicht ostensiver Begriff" (B699).
- 97) KRV, B721.
- 98) KRV, B720.
- 99) KU, Einleitung, 87.
- 100) KU, Einleitung, 87.
- 101) KU, Einleitung, 88.
- 102) "sie sagen nicht was geschieht...und wie geurteilt wird, sondern wie geurteilt werden soll" (KU, Einleitung, 91)
- 103) "Die Urteilskraft hat also ein Prinzip a priori für die Möglichkeit der Natur, aber nur in subjektiver Rücksicht, in sich, wodurch sie, nicht der Natur, sondern ihr selbst für die Reflexion über jene, ein Gesetz vorschreibt...zum Behuf einer für unseren Verstand erkennbaren Ordnung" (KU, 95).
- 104) KRV, B280.
- 105) GTP, A127.
- 106) KRV, B280.
- 107) Subjectief:
  - esthetische doelmatigheid. Deze karakteriseert het schone in de kunst en het "verhevene" in de natuur; ze is tegelijk subjectief en formeel.
  - logische Zweckmassigkeit. Kennis van de natuur veronderstelt "Einheit der Natur", die gedacht moet worden als doelmatig ingericht; dit is een a priori geldig principe; subjectief en formeel.
- Objectief:
  - objectieve, formele doelmatigheid. Deze karakteriseert geometrische figuren.
  - objectieve, materiële uiterlijke (relatieve) doelmatigheid. Deze heeft betrekking op de doelmatigheid en nuttigheid van de dingen voor elkaar en voor de mens; ze heeft geen verklaringswaarde.
  - objectieve, materiële innerlijke (absolute) doelmatigheid. Deze heeft betrekking op de levende organismen die doelmatig georganiseerd zijn ("Natur-Zweck") en die doelen ("Zwecke der Natur") lijken na te streven.

- 108) Zie KU,B279,313.  
 109) zie KU,B269,306.  
 110) Zie KU,B281,314.  
 111) KU,B270,306.  
 112) KU,B286,318.  
 113) KU,B288,319.  
 114) "Zu einem Dinge als Naturzwecke wird nun erstlich erfordert, dass die Teile (ihrem Dasein und der Form nach) nur durch ihre Beziehung auf das Ganze möglich sind." (KU,B290,320).  
 115) "dass die Teile desselben sich dadurch zur Einheit eines Ganzen verbinden, dass sie von einander wechselseitig Ursache und Wirkung sind." (KU,B290,321) Het is op grond van deze eigenschap dat Kant een werkelijk onderscheid ziet tussen levende organismen enerzijds en machines en kunstwerken anderzijds: de machine beantwoordt aan geen van beide criteria, het kunstwerk alleen aan het eerste.  
 116) KU,B292,322.  
 117) Voor dit zelf-organiserend vermogen achtte Kant een zogenaamde "bildende Kraft" noodzakelijk (KU,B293,322). Kant denkt hierbij aan de reeds eerder vermelde onderzoeken van Blumenbach over de "nissus formativus".  
 118) KU,B296,324.  
 119) KU,B296,324.  
 120) KU,B301,328 Het is een "Maxime der Beurteilung" (KU,B295,325). "Der Begriff eines Dinges, als an sich Naturzwecks, ist also kein konstitutiver Begriff des Verstandes oder der Vernunft, kann aber doch ein regulativer Begriff für die reflektierende Urteilskraft sein, nach einer entfernten Analogie mit unserer Kausalität nach Zwecken [der praktischen Vernunftvermögens in uns] überhaupt die Nachforschung über Gegenstände dieser Art zu leiten und über ihren obersten Grund nachzudenken" (KU,295,323).  
 121) KU,B267,305.  
 122) KU,B299,327.  
 123) KU,B298ev,326ev.  
 124) KU,B304,330.  
 125) KU,B307,332.  
 126) KU,B399,395.  
 127) Grundlegung der Metaphysik der Sitten (GMS),BA67,61.  
 128) KU, Einleitung,83.  
 129) Zie KU,B301,328 en KU,B355,365.  
 130) KU,B352,363.  
 131) Zie KU,B335,351.  
 132) Bovendien zijn beide beschouwingswijzen "programmatisch", dat wil zeggen we moeten de causale beschouwingswijz zolang als mogelijk vervolgen, doch wanneer deze ontoereikend blijkt, zoals in het geval van "Naturzwecke" moeten we de teleologische beschouwingswijze hanteren. Daarmee is overigens niet gezegd, dat een mechanische verklaring niet mogelijk zou kunnen zijn.  
 133) McFarland wijst op de grote parallellie tussen de beide antinomieën: die tussen vrijheid en determinisme en die tussen teleologie en mechanisme. (MacFarland,122).  
 134) Zie Kant,GMS,BA75,66  
 135) Zie Löw.  
 136) Kant,KU,B368. Ernst Cassirer beschouwde Kant als een evolutionist. (Cassirer,1945). Zo ook de hedendaagse Kant-deskundige S. Körner.

- 1) Zie Lovejoy, IX.
- 2) Lovejoy, 317.
- 3) Zie voor een uitvoerige analyse van de relatie tussen "Romantische Naturphilosophie" en de natuurwetenschappen Snelders en Coleman.
- 4) Zie voor Schellings Natuurfilosofie ook Sandkühler, 1984 en Frank, 1985.
- 5) Schelling, II, 56.
- 6) Schelling, II, 54.
- 7) Hegel, Vorrede, 1807.
- 8) Hegel, V, 210.
- 9) Hegel, Enzyklopa#die., II, 337, p. 339
- 10) Zie voor de invloed van de Naturphilosophie op de ontwikkeling van de biologie, Coleman.
- 11) Lamarck, 1809 (1921).
- 12) Lamarck, 1809, 38.
- 13) Chambers, VNHC, 154.
- 14) Ghiselin, 1.
- 15) Dewey, 1910, 341.
- 16) In herdruk van "Bridgewater Treatises", 1863. (Citaat bij Ruse, 1979, 248).
- 17) Herschel, 1861. (Citaat bij Ruse, 1979, 249).
- 18) Citaat bij Lenoir, 267.
- 19) Haeckel, 1909, 12-13.
- 20) Zie ook Cornell, 1986, 405.
- 21) omdat het "provides the possibility of an entirely new interpretation of organic purposiveness". (Engels citaat bij Lenoir, 237).
- 22) Heberer, 99.
- 23) Riedl (1976) en Wuketits (1981).
- 24) Spaemann & Löw, 217.
- 25) Ritchie, 1891, 60.
- 26) F. Darwin, More Letters, 1903, 321.
- 27) Zie o.a. Elseley, 1959, Gillespie, 1959, Greene, 1959, Hull, 1973.
- 28) Zie daartoe Ospovat, Bowler en Yeo.
- 29) Deze opvatting bleek echter niet in overeenstemming met de feiten. Adaptatie is immers lang niet (altijd) perfect, zoals blijkt uit het bestaan van afwijkingen en rudimentaire organen. De tweede richting trachtte daarvoor een oplossing te geven. Volgens deze opvatting van de "relative adaptation", zijn de organismen nog niet volmaakt geadapteerd, maar streven veeleer naar de realisering van hun perfecte vorm, hun "Typys" of "Archetype". Het organisme is zo perfect als mogelijk binnen de omstandigheden. Deze opvatting werd vertegenwoordigd door o.a. Owen. (Zie hiervoor o.a. Ospovat).
- 30) Zie Ospovat.

- 31) Darwin in een brief aan Sir John Lubbock; in: F.Darwin,1887.
- 32) Ospovat,1981,230.
- 33) "I found that Darwin continued to believe in perfect adaptation until the mid- 1850s" (Ospovat,ix).
- 34) "Darwin was arguing against... teleological explanation, not the idea of harmony" (Ospovat,37).
- 35) Zie Riedl,1976,40.
- 36) Bowler,1977,30.
- 37) Mivart gaf in zijn "Genesis of Species" (1871) een uitvoerig overzicht van de kritiek op het Darwinisme.
- 38) Darwin,Origin,217.
- 39) Darwin,Origin,435.
- 40) Darwin, Origin,173.
- 41) Zie in: F. Darwin, 1887,II,105.
- 42) Darwin,1868,II,236. Zie ook het reeds aangehaalde citaat uit de brief aan Gray van 1870: "I cannot look at the universe, as the result of blind chance, yet I can see no evidence of beneficent design, or indeed of design of any kind, in the details" (Zie in: F. Darwin, ML,1903,321).
- 43) Zie in: F. Darwin, Letters,1887,II,311.
- 44) Zie in: F. Darwin, More Letters (ML),1903,I,154.
- 45) Zie in: F. Darwin, ML I,1903,193.
- 46) Zie in: F. Darwin, ML I,1903,192.
- 47) Zie in: F. Darwin, Letters, 1887,II,312.
- 48) Zie in: F. Darwin, Letters,1887,II,241.
- 49) Zie in: F. Darwin, Letters, 1887.
- 50) idem
- 51) Brieven aan Gray van resp. februari en april 1860. Zie in F. Darwin, Letters, 1887.
- 52) Zie in F. Darwin, Letters, 1887,I,316.
- 53) Zie Gray,1876.
- 54) Lenoir,4.
- 55) Zie voor onderscheidingen o.a. Kemeny en Woodger.
- 56) Driesch,1905.
- 57) "Naturkraft, Lebenskraft, Bildungstrieb usw...sind identisch mit Dem, was wir in uns selbst als Willen finden, (Schopenhauer,WN,202).
- 58) Schopenhauer,PP,II,94,178.
- 59) Helmholtz,Vorträge und Reden,385.
- 60) Bois-Reymond,1848,31.
- 61) Bois-Reymond,1872,51.
- 62) Mikroskopische Untersuchungen,Berlin,1839.
- 63) Virchow,Über die Standpunkte in der Wissenschaftlichen Medicin,1847. (Zie in: Paul,1984).
- 64) "it is likewise necessary to understand that life is different from processes in the rest of the world, and cannot be simply reduced to physical or chemical forces." (Virchow, Hundert Jahre allgemeine Pathologie,Berlin,1895, 37;cit.bij Paul,1984,14).
- 65) Citaat bij Wallace,152.
- 66) Lenoir,6.



- 67) Darwins theory...provides the possibility of an entirely new interpretation of organic purposiveness." (citaat bij Lenoir,237).
- 68) Von Baer, Ueber Darwins Lehre,440. Zie voor samenhang tussen ontogenese en fylogenese ook Gould, 1979.
- 69) Zie Ueber die Entwicklungsgeschichte der Thiere,1828.
- 70) Von Baer,1866.
- 71) 1866,51.
- 72) 1866,84.
- 73) 1866,82.
- 74) 1866,58.
- 75) 1866,69.
- 76) 1866,91.
- 77) 1866,105.

- 1) Zie o.a. Coleman.
- 2) Haeckel, 1868, 349. (citaat in : From Darwin to Einstein: Primary sources, p. 213).
- 3) Huxley, T., 1867, 74.
- 4) Loeb, 1916, 5.
- 5) Watson, 1976, 54
- 6) Kelvin (1901). Zie ook Casimir.
- 7) Zie hiertoe de boeken van o.a. Einstein, Eddington, Jeans, Bohr, Heisenberg, Bohm, Weizsäcker, Van Melsen.
- 8) Zie Boesiger, 1974.
- 9) Volgens de hedendaagse evolutietheorie zijn dergelijke trends wel degelijk in overeenstemming met Darwins theorie en allerminst een aanwijzing voor orthogenese. Zie Simpson, 1949.
- 10) Zie o.a. Kemeny.
- 11) Zie Gould, 1977.
- 12) Citaat bij Sapp, 320.
- 13) Roux, 1895.
- 14) Roux, 1914, 49.
- 15) Roux, 1881, 2.
- 16) Driesch, 1914, 99.
- 17) Zie Driesch, 1891.
- 18) Zie ook Churchill (1969) en Freyhofer (1982).
- 19) Zie o.a. Walbot & Holder, 1987.
- 20) Driesch, 1905, 1914.
- 21) De invloed van Kant, wiens "Kritik der Urteils-kraft" hij zeer aandachtig bestudeerd had, is merkbaar. Zo benadrukt Driesch herhaaldelijk dat de teleologische benaderingswijze van het organisme evenzeer een "Postulaat des Erkenntniss" is als de causale benaderingswijze. De opvattingen van Driesch werden vooral door Emil du Bois-Reymond onder vuur genomen in zijn voordracht "Über Neu-Vitalismus" (1894).
- 22) Driesch, 1905, 246.
- 23) Driesch, 1905, 1.
- 24) Driesch, 1905, 242.
- 25) Driesch, 1905, 16.
- 26) Driesch, 1905, 182.
- 27) Driesch, 1905, 243.
- 28) Zie Driesch, 1924.
- 29) Bergson, EC, 73.
- 30) Bergson, EC, 75 & 76.
- 31) Bergson, EC, 85.
- 32) Bergson, EC, 75 ev.
- 33) Bergson, EC, 82.
- 34) Bergson, EC, 85.
- 35) Bergson, EC, 145, 148.
- 36) Bergson, EC, 85.
- 37) Von Bertalanffy, 1949.

- 38) Lenoir,1982.
- 39) Jacob,1970,(1976,92).
- 40) Het grote struikelblok lijkt mij echter niet het beroep op krachten, maar veeleer de blijkbare onmogelijkheid van een mathematiseerbaarheid van haar werkingen.
- 41) Overigens heeft Aristoteles zelf wel aanleiding tot het misverstand van Driesch gegeven. In zijn "De Generatione Animalium", identificeert Aristoteles de entelechie met een stoffelijk substraat, het "pneuma".
- 42) Haldane,1923,29.
- 43) Haldane,1923,29.
- 44) De aandacht voor het geheel, het systeem, de structuur, maakte niet alleen in de biologie opgang, doch dat een holistische tendens een kenmerk is van alle wetenschappen in het begin van de twintigste eeuw. Te denken valt bv. aan het "veld"-begrip in de fysica, het "Gestalt"-begrip in de psychologie, en de holistische benadering van de "functionalistische" sociologie en culturele antropologie. (Zie o.a. de Jager).
- 45) Whitehead,1926,Chp7.
- 46) Whiteheads filosofie begint aan invloed te winnen, getuige de referenties bij eminente hedendaagse wetenschappers, zoals de fysicus Bohm, de chemicus Prigogine en de bioloog Waddington.
- 47) Alexander,1939,299.
- 48) Broad,1925,59
- 49) Zie ook Hull,1974.
- 50) Woodger,1929,423.
- 51) Haldane,1908,864.
- 52) Russell,1933.
- 53) Haldane,1923,100.
- 54) Haldane,1923,104.
- 55) Russell,1950,110.
- 56) Russell,1950,108.
- 57) Russell,1950,109.
- 58) Russell,1916,241.
- 59) Zie ook Haldane,1932.
- 60) Russell,1945,110.
- 61) Zo ontstonden achtereenvolgens, als "critical turning points": moleculen, kristallen, cellen, plantaardige en dierlijke organismen en de menselijke persoon, die alle uitdrukking zijn van de creatieve voortgang van het evolutionaire proces van de natuur.
- 62) Lloyd Morgan,1923,6.
- 63) Lloyd-Morgan,1923,278.
- 64) Smuts,1925,88.
- 65) Smuts,1925,132.
- 66) Smuts,1925,147.
- 67) Smuts,1925,88.
- 68) Smuts,1925,351.
- 69) Smuts,1925,351.
- 70) Smuts,1925,88.

- 71) Zie ook Beckner,1959. Een kritische bespreking van het Organicisme vindt men bij Nagel (1963). Zie ook bij van Steen (1973).
- 72) Hartmann,1951,3.
- 73) Hartmann,1951,Vorwort.
- 74) Hartmann,1951,Vorwort.
- 75) Hij noemt ook wetenschappelijke motieven, speculatief-metafysische motieven en tenslotte etische motieven.
- 76) Hartmann,1951,66.
- 77) Hartmann,1951,2.
- 78) Hartmann,1951,82.
- 79) Hartmann,1951,79.
- 80) Hartmann,1951,72.
- 81) Hartmann,1951,75.
- 82) Hartmann,1951,72.
- 83) Hartmann,1951,10.
- 84) Hartmann,1951,86.
- 85) Hartmann,1951,92.
- 86) Hartmann,1951,92.
- 87) Hartmann,1951,111.
- 88) "Erst im Wertbewusstsein des Menschen [...] liegt die Sinnerfüllung [der] Wertfülle" [...] um das zwecklos entstandene Wertvolle in der Welt auszuwerten."(114).
- 89) Hartmann,1951,73.
- 90) Hartmann,Ethik,202.

- 1) Zie Von Bertalanffy (1968) en Wiener (1948).
- 2) Von Bertalanffy, 1968, 44, 46.
- 3) Von Bertalanffy, 1928. In Engels vertaald als "Modern Theories of Development", 1934.
- 4) Von Bertalanffy, 1949, 142.
- 5) Von Bertalanffy, 1968, 49.
- 6) Von Bertalanffy, 1950, 139 "The general system conception raises new and well-defined problems[...] which have often appeared as metaphysical or vitalistic." (B, 1950, 142).
- 7) Von Bertalanffy, 1950, 138.
- 8) Zie Von Bertalanffy, 1950, 148-155.
- 9) Von Bertalanffy, 1950, 155. "Thus a number of concepts follow from the definition of systems which, like non-summativity, wholeness, centralisation, individuality, finality have often been considered as anthropomorphic, vitalistic or metaphysical."
- 10) Von Bertalanffy, 1968, 77ev.
- 11) Von Bertalanffy benadrukt voortdurend het verschil tussen homeostasis - als resultaat van "feedback" - en equifinaliteit, als resultaat van een open systeem. Feedback-regulatie betreft "secondary regulation", terwijl het dynamisch evenwicht in open systemen "primary regulation" betreft. Zie Von Bertalanffy, 1968, 161-163.
- 12) Von Bertalanffy meent overigens, dat deze vorm van finaliteit aan het oorspronkelijk Aristotelische concept beantwoordt.
- 13) en waarvoor de tweede hoofdwet van de thermodynamica geldt, die stelt dat deze systemen streven naar een vergroting van hun entropie, dat wil zeggen naar een toestand ontwikkelen die, onder de gegeven omstandigheden de grootst mogelijke waarschijnlijkheid bezit. Zie voor een kritiek op deze opvatting: Zwart, 1985.
- 14) Von Bertalanffy, 1950, 155; Bertalanffy, 1968, 141.
- 15) Door hun toename aan organisatie lijken open systemen tijdens hun ontwikkeling de tweede wet van de thermodynamica te negeren (Von Bertalanffy, 1955, 155). Ter verklaring van het levende systeem als een "steady state" is naar de mening van Von Bertalanffy een nieuwe "thermodynamica van open systemen" noodzakelijk. Vooral Prigogine heeft de thermodynamica van open systemen onderzocht. Zie Prigogine, 1979.
- 16) Von Bertalanffy, 1950, 159.
- 17) Von Bertalanffy, 1968, 77.
- 18) Von Bertalanffy, 1968, 153.
- 19) Von Bertalanffy, 1968, 133.
- 20) Von Bertalanffy, 1968, 77.
- 21) Von Bertalanffy, 1950, 154.
- 22) Von Bertalanffy, 1950, 163.

- 23) Ook Marchal wees op de moeilijkheden om een exact wetenschappelijke omschrijving van een systeem te geven, zonder in definities te vervallen die alles tot een systeem maken. Zie Marchal, 1975. Zie ook Zwick, 1984.
- 24) Von Bertalanffy, 1968, 128, 131.
- 25) Von Bertalanffy, 1968, 121.
- 26) Ook Prigogine maakt impliciet gebruik van de vooronderstelling, dat het levende organisme het paradigmatisch voorbeeld is van zijn "dissipatieve structuren". De definitie daarvan is zodanig dat zij zoveel mogelijk "approaches biological conditions"! Zie Prigogine, 1984.
- 27) Von Bertalanffy, 1950, 142. "Systemtheory will guard against superficial analogies which are useless in science and harmful in their practical consequences" (1968, 88).
- 28) Von Bertalanffy, 1968, 77.
- 29) Men zou kunnen zeggen in termen van "vorm-oorzakelijkheid". Voor overeenkomsten tussen mathematisering door "formules" en vorm-oorzaak, Zie Welten (1961) en Cassirer (1923).
- 30) Scheffler, 272.
- 31) Scheffler, 273.
- 32) Scheffler, 274.
- 33) Sachsse, 1976, 19.
- 34) Zie o.a. Bok, 1966.
- 35) Rosenblueth et al., 1943, 19.
- 36) Zie o.a. Watson, 1976.
- 37) Wiener, 1950, 46.
- 38) Wiener, 1950, 46.
- 39) Rosenblueth, Wiener en Bigelow, 1943.
- 40) Rosenblueth, Wiener, 1950, 325.
- 41) Rosenblueth, Wiener, 1950, 326.
- 42) 1943, 18.
- 43) 1950, 323.
- 44) 1943, 18.
- 45) 1943, 19.
- 46) 1943, 18.
- 47) 1943, 19.
- 48) 1943, 24.
- 49) 1943, 23.
- 50) Wiener, 1950, 79.
- 51) 1943, 24.
- 52) 1943, 23.
- 53) Taylor, 1950, 327.
- 54) Wimsatt in Boston Studies VIII, 1972.
- 55) Wimsatt ontwikkelt een denk-constructie aan de hand waarvan hij aantoonde dat een zelfde teleologisch gedrag zowel door een systeem met, als door een systeem zonder "feedback", kan worden vertoond. Wimsatt, 1972, 247.
- 56) Ook Ehrling wijst hierop. Ook Engels komt tot de conclusie dat een analyse op een puur behavioristische basis onmogelijk is. (Engels, 1979, 168).
- 57) Rosenblueth, Wiener, 1950, 323.
- 58) en "then that final condition is ipso facto the very 'goal' toward which it was directing itself." (Taylor, 1950, 312).

- 59) Jonas,1979,113. in zijn essay "Cybernetics and Purpose: a Critique", in :Jonas,1979. Ook Taylor kwam tot een dergelijke conclusie.
- 60) Taylor,1950,316.
- 61) Jonas,1979,111.
- 62) Rosenblueth,Wiener,1950,324.
- 63) Scheffler,268.
- 64) Scheffler,268.
- 65) "It fails to characterize adequately clear instances of purposive behavior" (Scheffler,267).
- 66) Ehring,1984,220.
- 67) Bok,1966,165.
- 68) Jonas,1979,120.
- 69) "This amounts precisely to the saying that purposive behavior requires the presence of a purpose. This statement is no mere tautology, for cybernetics is an attempt to account for purposive behavior without purpose"(Jonas,120).
- 70) Zie hiervoor de Algemene Discussie.

- 1) Zie bv. Rosenberg,1985. Rosenberg geeft een uitvoerig overzicht van teleologische taal in de moleculaire biologie. (Cf. bv. het functionele onderscheid tussen de verschillende typen van nucleïne-zuren: DNA, mRNA, tRNA, rRNA etc.).
- 2) Zie de bijdragen van Hempel, Nagel, Stegmüller, Beckner, Wimsatt.
- 3) Stegmüller,1969,Teil E, Band I.
- 4) Stegmüller,1969,639.
- 5) Stegmüller,640.
- 6) Stegmüller,641.
- 7) Stegmüller,642-652.
- 8) Stegmüller,643.
- 9) Stegmüller,707.
- 10) Braithwaite,1953.
- 11) Hempel,1959.
- 12) Nagel,1963.
- 13) Hempel,1959,297.
- 14) Braithwaite,1953,319.
- 15) Braithwaite,321.
- 16) Hempel,299.
- 17) Hempel,302.
- 18) "for the sake of", "the function of", "the purpose of".
- 19) Hempel,303.
- 20) Terwijl Hempel de functionele analyse als een type van teleologische verklaring opvatte, maakt Nagel een dergelijke onderscheiding niet. Hij identificeert de functionele verklaring met een teleologische verklaring. Zie Nagel,401.
- 21) "In a teleological explanation the explicandum is explained as being causally related either to a particular goal in the future or to a biological end which is as much future as present or past" (Braithwaite,324).
- 22) Braithwaite,313.
- 23) Braithwaite,325.
- 24) Nagel,402.
- 25) Braithwaite,1953,1.
- 26) Braithwaite,339.
- 27) Braithwaite,328.
- 28) Russell,1945.
- 29) "the organism can attain the same goal under different circumstances by alternative forms of activity making use frequently of different causal chains." (Braithwaite,329).
- 30) Braithwaite,330,332.
- 31) Braithwaite,330.
- 32) Braithwaite,338.
- 33) "It is when our knowledge of the relevant (!F.S.) variancy has been obtained independently of any knowledge of the causal laws concerned that a teleological explanation is valuable." (Braithwaite,338).



- 34) Braithwaite,334.
- 35) In het woordje "if" schuilt juist het probleem. Hoe weet men dat een bepaald gedrag in termen van teleologische wetten beschreven dient te worden?
- 36) Nagel,403.
- 37) Nagel,405.
- 38) Nagel,405.
- 39) Men zou bv. de gaswet van Boyle- Gay Lussac als volgt kunnen herformuleren: Ieder gas verandert, bij constante temperatuur,bij volume verandering, zijn druk, opdat het product van volume en druk constant blijft.
- 40) Nagel,408.
- 41) Nagel,409. Hij verwijst hiertoe naar Canon,1932.
- 42) Nagel,408. Een onbevooroordeeld waarnemer zou overigens ook het gedrag van de planeten als een doelstrevend gedrag kunnen karakteriseren, zoals overigens in de loop van de geschiedenis gedaan is.
- 43) Hij verwijst hier ook naar Sommerhoff,1950.
- 44) Nagel,410.
- 45) Hempel,309.
- 46) Hempel,312.
- 47) Hempel,312. Ook een vertaling van de functionele analyse in termen van het IS-model is volgens Hempel, niet op bevredigende manier mogelijk. (Zie Hempel,313).
- 48) "Functional analysis no more enables us to predict than it enables us to explain the occurrence of a particular one of the items by which a given functional requirement can be met" (Hempel,314).
- 49) Hempel,318,317.
- 50) Hempel,325.
- 51) Hempel,326.
- 52) Hempel,327.
- 53) Hempel,306. Zie ook Lehman,1965.
- 54) Zie Hempel,320. "Otherwise there is definite danger that different investigators will use these concepts in different ways" (H,321), "projecting into those concepts their own ethical standards" (H,323).
- 55) "It is essential than for functional analysis as a scientific procedure that its key concepts be explicitly construed as relative to some standard of survival or adjustment" in a proper way" (H,323). Hempel verwijst hiervoor naar het boek van Sommerhoff,1950.
- 56) Hempel,329,330.
- 57) Braithwaite,330.
- 58) Nagel,421.
- 59) Nagel,421.
- 60) Nagel,421.
- 61) Nagel,410.
- 62) Nagel,411.
- 63) Nagel,418.
- 64) Stegmüller,693.
- 65) Stegmüller,683,694.
- 66) Lehman,1965,16.
- 67) Wimsatt,67.

- 1) "Opening Adress" van het 26ste symposium in Cold Spring Harbor in 1961. (Davis,1961,10).
- 2) Lenoir,1982,ix.
- 3) Ondanks het feit dat in de uiteenzetting omtrent de structuur en de werking van de genetische code van talrijke antropomorfismen sprake is, wordt deze theorie als een volstrekt wetenschappelijke verklaring beschouwd. Zie ook Edsall,1984 en Rosenberg,1985.
- 4) zoals blijkt uit het feit dat ook open systemen in "steady state", finaliteit vertonen. (Zie onderscheid bij Von Bertalanffy,1968).
- 5) Hull,1974,112.
- 6) Hull,1974,112.
- 7) Wimsatt,1972,66.
- 8) Falk,1981,198.
- 9) Hull,1974.
- 10) Lehman,1965.
- 11) Ruse,1971,1973.
- 12) Canfield,1963.
- 13) Lehman,1965.
- 14) Beckner,1969.
- 15) Wimsatt,1972.
- 16) Ayala (1970), Ruse (1973), Hull (1974), Wright (1976).
- 17) Zie ook Enc,1979.
- 18) Ayala,1968,319.
- 19) Beckner,1969,153.
- 20) Ruse,1973,177.
- 21) Wimsatt,1972,70.
- 22) Byerly,165,173.
- 23) Lehman,12.
- 24) Lehman,16. De formulering van Lehman is gecompliceerder om allerlei subtiele tegenvoorbeelden uit te sluiten.
- 25) Lehman,18.
- 26) Wimsatt onderscheidt verschillende betekenissen van de term "functie".
- 27) Wimsatt,65.
- 28) Wimsatt,66 "Attribution of function can [therefore] play either an explanatory or an evaluative role in connection with the application of a background teleological theory." (Wimsatt,68).
- 29) Een voorbeeld kan dit naar zijn mening duidelijk maken: Men zegt dat de outfit van een organisme uiteindelijk in dienst staat van de maximalisatie van de overlevingskans van de soort. Hoe groter de overlevingskans, des te meer nakomelingen, die echter zullen sterven. Men zou dus ook kunnen zeggen dat de outfit van een organisme in dienst staat van de maximalisatie van het sterfgetal van de organismen van de soort. Doch dit lijkt ons geen adequaat of relevant doel! Vanuit verschillende theoretische achtergronden kunnen dus verschillende functionele verklaringen worden gegeven.

- 30) Beckner, 1969, 157.
- 31) Beckner, 162.
- 32) Wimsatt, 8.
- 33) Wimsatt, 70. Het is echter niet verklaard in de zin dat het bestaan van de functionele entiteit nu bewezen is als conclusie van een aantal premissen. Het bestaan van de betreffende entiteit is immers niet problematisch, maar integendeel vooronderstelling van de verklaring.
- 34) "The aim of an explanation, unlike of a prediction, is not to support or establish their conclusions, but merely to exhibit the theoretical and logical relationships between the premisses and the conclusion", citeert Wimsatt (73) met instemming uit een artikel van Kim (Kim, 1964).
- 35) Zie ook Rescher, 1968.
- 36) Het is overigens in het geheel niet nodig iets van de evolutietheorie of van de evolutieve geschiedenis van de betreffende entiteit te weten, om te kunnen beoordelen of een entiteit al of niet een functie heeft. (Wimsatt, 74).
- 37) Wimsatt aarzelt bv. niet te schrijven dat: "Only by denying that evolution has occurred as a result of selection processes [...] could teleology be eliminated from biology" (Wimsatt, 66).
- 38) Wimsatt, 13. En ook Hull zegt dat "teleological systems do arise, either directly or indirectly through selection processes [...] a selection theory permits the deliniation of certain preferred states of the system." (Hull, 1974, 115). Ook Ayala (1968), Ruse (1971) en Hull (1974) verklaren de onmisbaarheid van teleologische verklaringen in de biologie als het gevolg van het feit dat organismen aangepaste systemen zijn, ontstaan als resultaat van natuurlijke selectie.
- 39) Wat het mechanicisme precies behelsde bleef overigens vaak in het midden, zoals we reeds zagen. Sommigen beschouwen het als de poging alles te verklaren met behulp van de causaal-nomologische verklaringsschema's van fysica en chemie. Anderen beschouwen het, in negatieve termen, als de afwijzing van vitalisme en finalisme in de wetenschap, dat wil zeggen afwijzing van doelloorzakelijkheid, en beroep op noodzakelijke wetmatigheden en/of toeval.
- 40) Zoals de levenskracht: Ayala, 1970, 5.
- 41) Zie Ayala, 1970.
- 42) Ayala, 1970, 323.
- 43) Ruse, 1973, 190-192.
- 44) Ruse, 1973, 190.
- 45) Als een bioloog beweert dat een organisme een doelgericht systeem is, dan bedoelt hij volgens Ruse, dat het "adaptability" bezit. Maar zo stelt hij, het feit dat een organisme een "adaptation" is, impliceert niet zonder meer dat het ook "adaptability" bezit. "It would be quite proper to talk of an organism being well adapted to a particular environment even though it was impossible for the organism to respond to any change" (Ruse, 1971, 91).

- 46) Ruse,1973,186.
- 47) Ruse,1973,192.
- 48) "Talking about adaptive advantage and adaptations, one is not necessarily saying anything about goal-directedness." (1973,186).
- 49) "it is purely by virtue of the fact that [...] they are biologically adaptive systems" (1973,192).
- 50) "Nagel is not merely wrong, but is looking entirely in the wrong direction" (1973,182). De correcte vertaling van een functionele uitspraak: "de functie van x in z is het doen van y", om teleologische termen te voorkomen, is dan ook niet zoals Nagel voorstelde: 1) y is noodzakelijk voor z, en 2) z is een doelgericht systeem. Maar, volgens Ruse: 1) z doet y door x te gebruiken, en 2) y is een adaptatie.
- 51) Williams,1966,9.
- 52) Ruse,1973,196.
- 53) Tinbergen,1951.
- 54) Zie ook Wright,1972,1973.
- 55) Wright,1972,217.
- 56) Wright,1972,217.
- 57) Wright,1976,116.
- 58) Wright,1972,227.
- 59) Wright,1976,78.
- 60) Wright,1976,81.
- 61) "given the background of natural selection these cases can be understood in the very same terms as conscious functions" (Wright,1976,84).
- 62) Wright,1976,84.
- 63) Wright,1976,91.
- 64) Cummins,745.
- 65) Ruse,1973b.
- 66) Daarom levert naar zijn mening Schefflers argument van de "missing goal" geen problemen voor de bioloog!
- 67) Ayala,1968,327.
- 68) Ayala,1968,328.
- 69) E.S.Russell zegt hierover: "There is no necessary or inevitable connection between directiveness and biological purposiveness; directive activity may lead, especially in abnormal conditions, to biological unpurposive results" (Russell,1945,102).
- 70) Dobzhansky,1968b,71.
- 71) Ook Von Bertalanffy betwijfelde of homeostasis en equifinaliteit door natuurlijke selectie kunnen worden verklaard. Het ontstaan van dergelijke systemen is, volgens hem, niet te verklaren met behulp van de evolutietheorie, omdat "selection, competition and 'survival of the fittest' already presuppose the existence of self-maintaining systems; they therefore cannot be the result of selection" (Von Bertalanffy,1968,152). Ook Jonas (1979,126) wijst hierop
- 72) Jonas,1979,127.
- 73) niet omdat organismen het resultaat zijn van natuurlijke selectie! (Zie Ayala,1970,9ev.)

- 74) Darwin bracht het probleem van de teleologie in de natuur "into the realm of science" en "substituted a scientific teleology for a theological one." (Ayala,1970,2).
- 75) Ayala,1970,10.
- 76) Ayala,1970,10 en Ayala,1968,324.
- 77) "as result of natural laws manifested in natural processes, without recourse to an external Creator or to spiritual or non-material forces" (Ayala,1970,2).
- 78) Ruse,1971,89.
- 79) Munson,1971,205.
- 80) want dan zouden "all phenotypes to a large extent adaptations (i.e. products of a process of adaptation)" zijn. (Brandon,1981,98).
- 81) Brandon,1981,101.
- 82) Gould en Lewontin,1979,592.
- 83) Enc,362.

- 1) Mayr,1974,95.
- 2) Zie voor ontraadseling van de structuur van het DNA door Watson en Crick in 1953: Watson,Crick,1953. Voor ontwikkeling, door Jacob en Monod, van het cybernetische "operon"-model voor de regulatie van de gen-expressie: Jacob,Monod,1960 en Monod,Jacob,1961. Deze ontdekkingen openden naar de mening van Mayr belangrijke mogelijkheden voor de verheldering van de doelgerichtheid van het organisme. Zij voerden het concept van "feedback- regulatie" in op het niveau van de genexpressie. Het kenmerkende van deze regulatiemechanismen is dat zij zijn gebaseerd op het principe van "feedback".
- 3) Mayr,1960,1504.
- 4) Pittendrigh voerde in 1958 de term "Teleonomie" in, als kwalificatie voor het schijnbaar doelgerichte karakter van organismen. (Pittendrigh,1958). In de inleiding van het CSH- symposium van 1961 stelde de voorzitter Davis voor om, in navolging van Pittendrigh, in plaats van het problematische geachte begrip "teleologie", voortaan de term "teleonomie" te gebruiken "to make explicit the shift in the meaning of teleology as used by the modern biologist": niet meer in de betekenis van "divine foresight", maar in de betekenis van adaptatie als resultaat van natuurlijke selectie. (Davis,1961).
- 5) Mayr,1961,1504.
- 6) Mayr,1961,1503.
- 7) "the acceptance of a teleonomic explanation is in no way in conflict with the laws of physics and chemistry [...] neither is it in opposition to a causal interpretation, nor does it imply an acceptance of supernatural forces" (Mayr,1974,93).
- 8) "It depends on the existence of some end point, goal, terminus which is foreseen in the program that regulates the behavior." (Mayr,1974,103).
- 9) Mayr,1974,102. Met instemming verwijst Mayr naar Raven (1960), die opmerkte dat een program niet alleen een blueprint, maar ook de instructies voor het gebruik van de blueprint bevat.
- 10) Mayr,1974,100.
- 11) "Negative feedbacks only improve the precision of goal-seeking, but do not determine it." "Feedback devices are only executive mechanisms that operate during the translation of a program." (Mayr,1974,100).
- 12) "Each particular program is the result of natural selection, constantly adjusted by the selective value of the achieved endpoint." En het program "is causally responsible for the teleonomic nature of a goal-directed process." (Mayr,1974,99).

- 13) "A discussion of legitimately teleological phenomena would be futile unless evolutionary processes are eliminated from consideration." (1974,97).
- 14) Mayr,1961,1506.
- 15) Mayr,1974,96.
- 16) Mayr,1974,98.
- 17) Er zijn evenzovele argumenten te geven, waaruit blijkt dat de gravitatie als een actief en inwendig principe kan worden beschouwd.
- 18) Mayr,1974,98.
- 19) "The term teleonomic implies goal- direction, which in turn implies a dynamic process rather than a static condition" (1974,99).
- 20) Mayr,1974,99.
- 21) Zie daartoe bv. Van Melsen: Natuurfilosofie,1955.
- 22) Mayr,1974,98.
- 23) Mayr,1974,104.
- 24) In zekere zin is dat natuurlijk ook zo. Men kan aan-  
nemelijk maken dat de aard, de natuur van het levenloze  
ding, zijn "program" is, overeenkomstig waarmee het zich  
gedraagt.
- 25) Zie reeds geciteerde definitie: "A teleonomic process or  
behavior is one which owes its goal- directedness to the  
operation of a program".
- 26) in navolging van de fysicus en bioloog Max Delbrück (1971).
- 27) Mayr,1961,1504.
- 28) Mayr,1974,111.
- 29) Zie ook Rosenberg,52.
- 30) Zie ook Rosenberg,52
- 31) Mayr,1961,1502.
- 32) Mayr,1974,110.
- 33) Mayr,1974,102.
- 34) Mayr,1961,1505.
- 35) Mayr,1974,97. Zie ook Mayr,1961,1506.
- 36) Mayr,1974,96.
- 37) "It does not plan for the future [...] and is never goal-  
directed. (Mayr,1961,1505).
- 38) Mayr,1961,1505.
- 39) Mayr,1974,104.

- 1) Dobzhansky (1968) wijst orthogenese af, omdat orthogenese een gedetermineerde ont-wikkeling naar een bepaald einddoel impliceert. Zie ook Mayr (1972), Fytuyama (1979) en Stebbins (1982).
- 2) Monod, 1970, 110.
- 3) Delfgaauw, 1967, 16.
- 4) Zo merkt Simpson eerst op dat "opportunisme" een markant kenmerk is van de evolutie, maar hij voegt eraan toe dat "opportunisme" een gevaarlijke term is, omdat daarmee doelbewustheid en antropomorfisme gesuggereerd wordt. (Simpson, 1949, 52).
- 5) Simpson, 1949, 25 & 51.
- 6) Huxley, 1974 (1942), 523.
- 7) Simpson, 1949, 70.
- 8) Zie Rensch, 1960, 100.
- 9) De evolutie is dus allerminst een toevallig gebeuren, maar een streng- gedetermineerd proces, zodat ook "alle künftige Evolution als bereits eindeutig festgelegt" (Rensch, 1968, 116). De evolutie is daardoor "predestiniert" (idem). Olson (1984), voert argumenten aan om aan te tonen dat we wel degelijk met echte wetten te maken hebben en niet zomaar met regelmatige trends.
- 10) "such rules [...] show that evolution is not undirected and random but comprehensible and predictable to a large degree" (Rensch, 1960, 101).
- 11) In geen van de besprekingen wordt overigens duidelijk gemaakt wat precies met de termen "opportunisme", "plan", "doel", "randomness", "toeval", en "endogeen" en "exogeen" wordt bedoeld. De betekenis hiervan lijkt voor deze auteurs evident.
- 12) Simpson, 1949, 32.
- 13) Simpson, 1949, 28.
- 14) "trends cannot possibly be explained by control by any factor except adaptation" (1949, 51).
- 15) Simpson, 1949, 25.
- 16) Aan de hand van de fossiele vondsten en ontwikkelingslijnen van het paard, toont Simpson aan dat van orthogenese geen sprake is. Ook de ontwikkeling van de sabeltandtijger en het reuzenhert verschaffen naar zijn mening, geen aanwijzing te geloven in orthogenese. "Strictly straight line evolution is confined to relatively minor progressions within established types" (1949, 38).
- 17) Dobzhansky, 1937, 17. Zie ook Dobzhansky, 1968, 1970, 1977.
- 18) Dobzhansky, 1968b, 165.
- 19) Ze is allerminst een creatief proces. Zie o.a. Dobzhansky, 1960, 405 en Dobzhansky, 1968b, 166.
- 20) Dobzhansky, 1960, 405.
- 21) "Evolution is, IN PART, ectogenesis; brought about by causes outside the organism, or more precisely evolution is brought about through interactions between the organism and its environment." (Dobzhansky, in: Tax, 1960, 405).



- 22) Huxley, 1974 (1942), 497.
- 23) Mayr, 1961.
- 24) Stebbins, 1982, 4.
- 25) Futuyama, 1979, 138, 140.
- 26) Beatty, 1984, 183.
- 27) Dit is overigens niet geheel conform de bedoelingen van Monod, omdat deze wel degelijk ook op toeval-beperkende factoren wijst.
- 28) Monod, 1970, 110.
- 29) dat wil zeggen een afgedwongen vrijheidsbeperking ("a forcible limitation of freedom"). Pattee, 1975; citaat bij van Waesberghe, 1986, 311.
- 30) Dobzhansky, 1968, 175.
- 31) Dobzhansky, 1970, 231.
- 32) Dobzhansky, 1937, 186. Zie ook Dobzhansky, 1970, 1977 en Mayr, 1963, 1970.
- 33) Zie Kimura, 1979.
- 34) Stebbins, 1982, 114.
- 35) Levins en Lewontin, 1985, 99.
- 36) Hierbij denke men aan de wisselwerking tussen bv. roof- en prooidieren, of aan parasieten die tegen een bepaald afweermecanisme van hun gastheer, nieuwe technieken ontwikkelen om deze te neutraliseren. Zie bij o.a. Mayr, 1963, Futuyama, 1979 en Stebbins, 1982.
- 37) "Fitness is not a genetic trait but an epigenetic one, i.e. resulting from the interaction of gene- controlled processes" (Berry, 1982, 38).
- 38) Zie vooral de verschillende geschriften van Waddington: (1957, 1961), en het artikel "genetic assimilation" uit 1961, opgenomen in (1975, 59). Zie ook Gould (1977) en Bonner (1982).
- 39) Zie ook Gould & Lewontin (1979), Bonner (1982) en Ho & Saunders (1984).
- 40) Hij verwijst naar artikelen van Baldwin (1896), Lloyd Morgan (1896), Goldschmidt (1940) en Schindewolf (1936). Momenteel staan hun opvattingen opnieuw in de belangstelling in verband met het zogenaamde saltationisme. (zie hoofdstuk 1). (Zie ook Gould, 1977).
- 41) Huxley, 1974 (1942), 510.
- 42) en "provide limits within which natural selection still plays the main guiding and shaping role" (Huxley, 1974, 510).
- 43) "The result is an apparent orthogenesis" (Huxley, 1974 (1942), 523).
- 44) "True orthogenetic restriction depends on a restriction of the type and quantity of genetic variation [...] . When dominant it prescribes the direction of evolution; when subsidiary it merely limits its possibilities." (Huxley, 1974, 524).
- 45) Term ontleend aan Pattee, 1913. Zie bij Huxley, 1974, 523.
- 46) Mayr, 1970, 182.
- 47) Waddington gaf een uitgebreide uiteenzetting van zijn theorie in zijn boek "The Strategy of the Genes" (1957) en in zijn "The Nature of Life" (1961). Een uitwerking van de gedachten van Waddington vindt men bij Ho & Saunders, 1979.

- 48) "random chance caught on the wing, preserved, reproduced [...] and thus converted into order, rule, necessity." (Monod,1970,96).
- 49) Ook voor het probleem van het zogenaamde "saltationisme" en "punctualisme", zouden deze "constraints" een oplossing bieden. (Zie o.a. Gould,1977).
- 50) Huxley,1974,555.
- 51) Zie ook Hallam, 1977.
- 52) Simpson,1949,70.
- 53) Biologen maken over het algemeen geen analyse van de door hun gehanteerde begrippen als "chance", "randomness" etc. doch vertrouwen op de intuïtieve evidentie van deze begrippen. Een uitzondering is het boek van Sober,1984.
- 54) Futuyama,1979,137ev.
- 55) Simpson,1949,25.
- 56) Cf bv. het verloop van een spel, van zwerven, van zoekgedrag, creatief bezig zijn.
- 57) Onderscheid moet worden gemaakt tussen de problematiek van de finaliteit van het organisme en de "finaliteit" van de evolutie. (Zie ook Lecomte du Noüy, pg 81 ev.).
- 58) Zie wat dit thema betreft Collingwood (1946) en Walsh (1967).
- 59) Er bestaat in de evolutie ook "an impression of a certain disorder or, at least, lack of uniform plan [...and so] evolution is a continuous, oriented, but not inherently orthogenic process." (Simpson,1949,37).
- 60) Dobzhansky,1968b,165.
- 61) Van Melsen,1964,160.
- 62) Stebbins,1982,4.
- 63) Simpson,1949,101.
- 64) Monod,1970,15.
- 65) Monod,1970,30. Ook in Monod,1974,357.
- 66) Oeser,1974,129.
- 67) Schoffeniels,1976,xii.
- 68) Schoffeniels,17. "In a mixture of amino- acids, a polypeptide will not associate 'by chance' with any other amino acid. The 'choice' (!) will be directly influenced by complementarities or incompatibilities of molecular structure." (idem).
- 69) Schoffeniels,107.
- 70) Prigogine,1979,1983. "A dissipative structure is so organized that it increases its internal energy and dissipates more efficiently the flow of energy which traverses it." (Schoffeniels,23). Een organisme, als dissipatieve structuur, voedt zich niet met negatieve entropie, zoals Schrödinger (1945), beweerde, "but on energy which permits it to maintain its entropy constant and eventually even to decrease it." (Schoffeniels,21).
- 71) "Once organized, in order to (!F.S.) maintain itself in this state, the dissipative system must remain under the influence of an energy flow." "The tendency towards order is a very general property of certain (!F.S.) classes of physical systems and is not specifically of living systems." (Schoffeniels,26).

- 72) Schoffeniels, 27.
- 73) De thermodynamische evolutietheorie, die door o.a. Wiley en Brooks (1986) en Wicken (1987) werd geformuleerd en gebaseerd is op het concept "entropie", zullen we hier niet meer bespreken! Publicatie te verschijnen in 1989.
- 74) Wuketits, 1978, 1980, 1981, 1983.
- 75) Riedl, 1975, 15.
- 76) Riedl, 1975, 116.
- 77) Zie vooral Wuketits, 1980 en 1981.
- 78) Riedl, 1975, 6.
- 79) Riedl, 1975, 199.
- 80) Riedl, 1975, 6.
- 81) Riedl, 1975, 319.
- 82) Wuketits, 1981, 102.
- 83) "Die Evolution der gesamten Natur [folgt] immer gleichbleibenden Grundprinzipien zupien [...] Jedesmal erfolgt eine 'Integration' von bisher unabhängigen Einheiten zu einer neuen Ganzheit (Muster) mit neuen Eigenschaften und Fähigkeiten." (Bresch, 1977, 22).
- 84) Dat wil overigens niet zeggen dat deze eigenschappen zonder meer zijn af te leiden uit die van de elementaire deeltjes.
- 85) Zie overigens ook reeds in Bok, 1963.
- 86) Eigen, 1975, 197. (Zie ook Eigen, 1971).
- 87) "In der die Resultaten jeweils vergangener Zufallereignisse die Wahrscheinlichkeiten der zukünftiger beeinflussen." (Eigen, 1975, 195).
- 88) Knappik, 1983, 69.
- 89) Eigen, 1975, 187.
- 91) Wuketits, 1980, 114.
- 92) "es ist zu bezweifeln, dass mit diesem Konzept das komplexe Phänomen des Lebendigen tatsächlich genügend erklärt werden kann." (Wuketits, 1980, 95).
- 93) "Die Evolution erscheint im Lichte der systemtheoretischen Betrachtungsweise als ein komplizierter 'Kreisprozess'; sie ist nicht Folge einseitig wirkender Faktoren (lineare, exekutive Kausalität), sondern ein Zusammenspiel interner und externer (Selektions-) Bedingungen (vernetzter, funktionale Kausalität), d.h. Evolution ist ein kompliziertes Systemgeschehen!" (Wuketits, 1981, 138).
- 94) Wuketits, 1980, 97.
- 95) Wuketits, 1981, 98.
- 96) Wuketits, 1980, 116.
- 97) Wuketits, 1981, 92.
- 98) Wuketits, 1981, 103.
- 99) Reidl, 1976, 186.
- 100) Wuketits, 1981, 112.
- 101) Jantsch, 1975, 40.
- 102) Het begrip "toeval" wordt of binnen de menselijke handlingscontext gebruikt en betekent dan zonder opzet, zonder vooropgezet plan, of het wordt gebruikt binnen de context van Natuurprocessen en betekent dan dat men de bepalende oorzaken van een gebeurtenis (nog) niet kent, die tot een

- coincidentie van verschillende causaal bepaalde ketens hebben geleid, waardoor voorspelling (voorlopig) is uitgesloten.
- 103) Zie voor dit begrip: Gilbert Ryle, 1949.
  - 104) Reeds Hume in THN, 257ev. merkte op dat een gemeenschappelijk doel (common end) van delen ons doet oordelen dat we te maken hebben met een geheel en ondanks veranderingen, vervanging, groei, ontwikkeling, de identiteit van het geheel aannemen.
  - 105) Hierbij moeten we overigens opmerken dat onder invloed van de ecologie de kosmos steeds meer als een "systeem" beschouwd gaat worden. Een rechtvaardiging daarvan is uiteindelijk van zeer antropocentrische aard. Tenslotte blijkt de mens, op impliciete wijze toch als het doel van kosmos en evolutie beschouwd te worden. Immers het huidige eco-systeem dient te worden gehandhaafd, omdat dit systeem het bestaan van de mens mogelijk maakt. Betrof de interesse van de ecologie-beweging alleen de "eigenwaarde van het natuurlijke systeem", dan is er geen reden om ongerust te zijn over het veranderen of verdwijnen van biotopen: dat is in de loop van de evolutie door toedoen van verschillende organismen zo vaak gebeurt!
  - 106) Physica, 199, 12-15. "It is absurd to suppose that purpose is not present because we do not observe the agent deliberating" (idem).
  - 107) "It is plain then that nature is a cause, a cause that operates for a purpose, for the sake of something." (199b, 20-30).
  - 108) Van Melsen, 1955, 205.
  - 109) Van Melsen, 1960, 110.
  - 110) Met name Van Melsen wees erop dat de problematiek van determinisme, noodzakelijkheid en voorspelbaarheid niet identiek zijn. Zie Van Melsen, 1946 en 1955.
  - 111) Eigen, 1975, 12.
  - 112) Eigen, 1975, 11. Over het antropomorfe karakter van deze metafoor zullen we in de discussie komen te spreken.

- 1) Zie bv. "The history of life has not been strictly random, or strictly oriented, but an odd mixture of the two, with one predominant here and the other there, but both generally present and almost inextricable combined in the evolution of any particular group." (Simpson,1949,93).
- 2) "Mutaties zijn weliswaar toevallig, dat wil zeggen niet afhankelijk of bepaald door de behoeften van het moment, maar daarmee nog geen willekeurige veranderingen. De plaats en aard van de mutatie is namelijk afhankelijk van de structuur van het gen(oom)." (Dobzhansky,1968,87).
- 3) Mutaties zijn weliswaar "random", maar "random only with respect to the needs of an organism." (Eldredge,1982,134).
- 4) "Chance affects every step of the life cycle of an individual", en noemt dan mutatie, pairing, recombinatie en fertilisatie. (Mayr, 1970, 120). Maar hij spreekt ook over "random events (stochastic processes) occur in evolution at every level", en behandelt dan ook mutatie, recombinatie, "sampling", "founder principle", en "genetic drift". (Mayr,1970,120).
- 5) "Mutations, Recombinations, Mating are random, but adaptations are non-random states of nature [...] Chance is only needed to produce the random variations that selection works from." (Ridley,1986,32).
- 6) Zie o.a. Dobzhansky,1960,1968,1974.
- 7) Mayr,1970,128.
- 8) Eldredge,1982,135.
- 9) Sober,116.
- 10) Mayr, 1970, 120.
- 11) Mutatie en Selectie zijn "deterministic factors" in de evolutie, maar fenomenen als recombinatie, mating, pairing en founder-effect, en random genetic drift zijn de "indeterministic", want "stochastic" elementen in de evolutie. (Sober,116) Determinisme en toeval (chance) sluiten elkaar volgens zijn opvatting, niet uit, maar determinisme en "stochastic randomness" wel.
- 12) "mutations are chance-events, because they occur regardless the needs of the organisms" (Dobzhansky). "random with respect to the needs of the organism" (Simpson,1949,93).
- 13) Zo schrijft bv. Futuyama: "Mutation is random in [the sense] that the chance that a specific mutation will occur is not affected by how useful that mutation would be." (Futuyama,1979,249). Sober schrijft dat mutaties toevallig zijn, omdat zij niet gebeuren "because they would be beneficial" (Sober,105).
- 14) Ze worden niet bepaald door de "adaptive value" van het organisme (Monod,1970).
- 15) "They do not arise in response of the survival needs of the organism." (Beatty,1984,186).

- 16) "random with respect to the needs or adaptation of the organisms and with respect to the direction in which evolution has, in fact, been progressing in the given group." (Simpson,1949,93).
- 17) Stebbins,1982,70.
- 18) door kanalisatie is een mutatie niet "completely at random, but in some way directed". (Waddington,1975,185).
- 19) zie citaat boven.
- 20) Simpson,1949,93.
- 21) Ook Huxley constateerde dat "the fact remains that evolutionary change is not completely at random" (1974 (1942),523).
- 22) Mayr,1970,128.
- 23) Mayr,1970,175.
- 24) Zie bv Nagel,1963, speciaal hoofdstuk X.
- 25) Maar paradoxaal genoeg vormt dit nu geen reden om het wetmatige in de evolutie af te wijzen.
- 26) In het volgende citaat heeft hij de eerste betekenis op het oog: "I cannot look at the universe, as the result of blind chance, yet I can see no evidence of beneficent design, or indeed of design of any kind, in the details." In het volgende citaat echter de tweede betekenis: "I have hitherto sometimes spoken as if the variations [...] had been due to chance. This is of course a wholly incorrect expression, but it serves to acknowledge plainly our ignorance of the cause of each particular variation."
- 27) Nouy,1947,81.
- 28) De aminozuurvolgorde der eiwitten is namelijk "random", in die zin dat het onmogelijk is om op basis van de kennis van de volgorde van een reeks aminozuren, te voorspellen welke het volgende aminozuur zal zijn. "To say that in a polypeptide the amino acid sequence is 'random' is not an admission of ignorance. On the contrary it is a statement of fact." (Monod,1970,95).
- 29) En niet zoals bij het dobbelen, waarbij de voorspelbaarheid een gevolg is van onze onwetendheid omtrent de bepalende oorzaken (Mondod,1970,111).
- 30) Monod,1970,112.
- 31) Schoffeniels (1976), wijst Monod's gebruik van beide termen "chance" en "randomness" met betrekking tot mutatie geheel af, omdat het, naar zijn mening, wel degelijk mogelijk is de aard en de plaats van mutaties te bepalen.
- 32) Dit prachtige voorbeeld vindt men beschreven bij Lever,1987.
- 33) Zie o.a. Dobbs.
- 34) Schoffeniels,6.
- 35) Henning,Kutscha,1984,493.
- 36) Rensch,1960,101.
- 37) Simpson,1949,70.
- 38) Zoals de schuldeiser, die naar de markt gaat om een brood te kopen en daar bij toeval een ontmoeting heeft met de schuldenaar, die naar de markt ging om wijn te kopen.

- 39) Mayr, 1970, 330, 374.
- 40) Origin, 127.
- 41) Dit is voor Simpson een reden temeer om elke vorm van finalisme in de evolutie af te wijzen, omdat naar zijn mening een finalistische georiënteerde evolutie wel op rechtlijnige wijze op een doel zou afstevenen. (zie Simpson, 1949, 110).
- 42) Huxley, in: Tax, 1960, 17.
- 43) Huxley, 1942, 558.
- 44) "greater control over the environment and [...] greater independence of changes in the environment" (1942, 562).
- 45) Huxley, 1953, 11. Het is overigens duidelijk dat deze definitie circulair is.
- 46) Zie Huxley, 1954.
- 47) Huxley, 1954, 86.
- 48) Huxley, 1954, 87.
- 49) Huxley, 1954, 114-115.
- 50) Huxley, 1954, 56.
- 51) Zie ook Huxley, 1942, 566-575.
- 52) Simpson, 1949, 123.
- 53) Simpson, 1949, 123. "It does not warrant choice of the line of man's ancestry as the central line of evolution as a whole." (123).
- 54) Ayala, 1974, 341.
- 55) "Progress could be defined as directional change towards the better." (Ayala, 1974, 342).
- 56) Ayala, 1974, 345.
- 57) Ayala, 1974, 353.
- 58) Als de drie cruciale momenten worden beschouwd: 1) Het moment van de Big Bang, 2) Het moment van het ontstaan van het leven, 3) Het ontstaan van de mens. (Zie bv. Riedl (1976) en Rensch (1977)). Deze wezenlijke overgangen worden emergenties genoemd.
- 59) Dobzhansky, 1968, 65. Zie ook Dobzhansky, 1974.
- 60) Dobzhansky, 1968, 98ev.
- 61) Stebbins, 1982, 162.
- 62) Zie Dobzhansky, 1968, III en Mayr, 1960.
- 63) Mayr, 1970, 351.
- 64) Stebbins, 1982, 160.
- 65) Mayr, 1960, 351.
- 66) Dobzhansky, 1960, 405.
- 67) Dobzhansky, 1974, 329.
- 68) Dobzhansky, 1960, 425. Zie ook Dobzhansky, 1968, 1974.
- 69) Simpson, 1949, 243.
- 70) "Man is not better adapted to his environment than flies to theirs." (Dobzhansky, 1968, 28).
- 71) Collingwood, 1946, 322.
- 72) Simpson, 1949, 142.

- 1) Engels,169.
- 2) Overigens beperkt zich het probleem van de subsumptie niet alleen tot het gebied van de teleologie. In de wetenschap-sleer komt het probleem ter sprake bij het probleem van de criteria aan de hand waarvan men bepaalde dingen tot een soort rekent. En ook in de ethiek doet zich het probleem voor. Waarom laat men bv. een menselijk embryo behoren tot de klasse van beschermwaardig leven?.
- 3) Van Melsen,1955b,15.
- 4) Buytendijk,1939,5ev.
- 5) Bertalanffy,1968,242.
- 6) Bertalanffy,1968,244.
- 7) Hartmann,1951,91.
- 8) Over het al of niet terechte gebruik van antropomorfismen in strikte zin, wil ik hier niet verder uitweiden. Het lijkt voor de hand te liggen deze in de natuurwetenschappen zoveel als mogelijk te vermijden. Wat ik hier echter wil duidelijk maken is dat, ook al vermijden we deze strikte antropomorfismen, we anthropomorfismen in de ruime zin niet kunnen vermijden; ook niet in de natuurwetenschap.
- 9) Kant,GTP,A131,166.
- 10) Origin,59. Voor analogie en metafoor in Darwinisme: zie o.a. Lloyd,1983, Young,1971 en Cornell,1984.
- 11) Claude Shannon, ingenieur bij Bell Telephone Co., legde de grondslag voor de informatietheorie, in het artikel "The Mathematical Theory of Information" uit 1943, waarin niet zozeer het probleem van informatie zelf wordt behandeld, maar veeleer dat van de optimalisering van informatie-transport.
- 12) Indien iets gebeurt, waarvan de waarschijnlijkheid  $p$  was, dan is het informatiegehalte van die gebeurtenis evenredig met de logaritmische van  $1/p$ .
- 13) "We already, as fluent speakers of the language, know enough about what this word means, to make the question "what is information?", a significant, senseful and answer-able question" (Dretske,1981,47).
- 14) Sachsse,221.
- 15) Haldane,1931,12.
- 16) Van Melsen,1964,87.
- 17) Stebbins,1982,141.
- 18) Simpson,1949,52.
- 19) Wright,1976,19.
- 20) Wright,1976,21.
- 21) Jonas,1966,110.
- 22) Dessauer,1949,60.
- 23) Jonas,1966,122.
- 24) Schopenhauer,PPII,94,178.



- 25) Dessauer, 1949, 62. Zie ook Debrock, G., ANTW, 1981.
- 26) Ook volgens Engels hangen de problemen van deze auteurs samen met het feit dat zij proberen "mit einer Tradition brechen zu wollen, ohne auf deren Sprache verzichten zu müssen". (Engels, 205).
- 27) Met het oog op deze communicatie, stelde Simpson aan het begin van zijn boek "The Meaning of Evolution", - dat met name is geschreven voor de geïnteresseerde leek: "The present discussion is a communication from one human being to others, so it employs the words already developed for this purpose. It tries to avoid the amiable foible of scientists who are so prone to coin new words" (Simpson, 1949, 52).
- 28) Van Melsen, 1964, 96.
- 29) Dessauer, 1949, 69.
- 30) Debrock, 1979, 40. "He is the only possible key to Nature" (Debrock, 1986, 144).
- 31) Verschillende denkers, waaronder Thomas Reid, David Hume, Maine de Biran hebben op het antropomorfe karakter van het begrip "kracht" gewezen. Zie o.a. Hesse, 1961. Ernst Mach poogde zelfs, juist daarom het concept "kracht" geheel uit de natuurwetenschap te elimineren. Zie in: Mach, 1980. Zie voor een analyse van de fundamentele rol van van metaforen (zogenaamde "root-metaphors"): Pepper, 1942. Zie ook Hoffmann & Nead, 1983 en Vroon & Draaisma, 1985.
- 32) Schelling, Werke, II, 47.
- 33) Dat was ook een centraal inzicht van Nietzsche.
- 34) Zie ook bv. het begrip "vrijheidsgraad" in de waar-schijnlijkheidsleer. Ook het gebruik van begrippen als "substantie", "potentie", en "essentie", is een metaforische verwijding van een primair antropomorfe analogie, toegepast op de gehele werkelijkheid ten behoeve van de poging tot inzicht. Deze termen verkrijgen immers pas betekenis door impliciete of expliciete referentie naar onze zelf-ervaring als een zelf met vermogens.
- 35) Van Melsen, 1964, 103.
- 36) Van Mozart wordt beweerd, dat hij voor het vinden van een thema de dobbelsteen gebruikte. Vooral in de diverse kunst-uitingen van de twintigste eeuw, muziek, poëzie, schilderkunst, beeldhouwkunst, theater en film wordt soms een belangrijke rol toegekend aan het "toeval van het buitengebeuren". Zie o.a. Janson.
- 37) Ook het begrip "spel", dat door Eigen werd gehanteerd als metafoor voor de evolutie, is evident antropomorf. Het feit dat dit spel door de speltheorie is te beschrijven, maakt het begrip niet minder antropomorf. De speltheorie, simuleert slechts de werkzaamheid van selectie, maar daarmee verschaft zij daarvan nog geen verklaring.
- 38) Gehlen, 1957. In feite kunnen insecten en bacteriën als veel geslaagder producten van de evolutie worden beschouwd, dan de mens. En ook het bestaan van parasieten, die door hun parasitaire levenswijze zijn geatrofieerd zouden geslaagd genoemd moeten worden.

- 39) Zie ook de inspirerende beschouwingen van Wood Krutch, 1960.  
 40) Zo ervaren wij in onszelf intellectueel kennen en hebben weet van een volmaakter en omvattender kennen, dat als norm fungeert.
- 41) Van Melsen, 1964, 87.  
 42) Van Melsen, 1964, 103.  
 43) Dit is overigens ook in de de fysica een onderwerp van discussie, in de vorm van een interpretatie van Heisenberg's onzekerheidsrelatie (zie o.a. Bohr, Heisenberg, Weizsäcker, Bohm, Davies en Zukav), en in de vorm van het zogenaamde "Anthropische Principe". Zie Tippitt & Bowler, The Anthropic Principle, 1985.
- 44) Vooral 1960 en 1964. Zie ook Soontiens, 1985.  
 45) Van Melsen, 1964, 171.  
 46) Van Melsen, 1964, 135.  
 47) Van Melsen, 1960, 110.  
 48) Van Melsen, 1955, 205.  
 49) Veel verwarring omtrent het "entropie"- begrip is ontstaan doordat entropie zonder meer met wanorde is geïdentificeerd. Zie voor kritiek o.a. Rush, Bok en Zwart.
- 50) James, 1896, 31.  
 51) Hartmann, 1951, 111ev.  
 52) Van Melsen, 1964, 162.  
 53) Monod, 1970, 167.  
 54) James, 1896, 28.  
 55) Huxley, 1954, 37.  
 56) Simpson, 1949, 142.  
 57) Greene, 1981, 165ev.  
 58) KU, Einleitung, 83.  
 59) Collins, 1971, 93.  
 60) De reeds eerder geciteerde uitspraak geeft zijn visie weer: "In einer schon von sich aus sinnerfüllten Welt wäre ein Sinngebung mächtiges Wesen [zoals de mens] schlechthin überflüssig [...] wäre [er] kein Mitschöpfer, sondern wäre nur ein passives Mittel für Wertrealization und nicht ein sittliches verantwortliches Wesen." (Hartmann, 1951, 111, 115).
- 61) Bertalanffy, 1968, 52.  
 62) Bertalanffy, 1950, 165.  
 63) Monod, 1970, 160.  
 64) Reeds in de grootheden, zoals meter, kilogram, seconde etc, die maat-staven zijn, is de wetenschap als een fundamenteel evaluatieve bezigheid gefundeerd.
- 65) Monod, 1974, 361.  
 66) Burt, 1927, 308.  
 67) Zie o.a. Habermas.  
 68) We zullen hier niet ingaan op de kwestie of deze Waarde(n), een objectieve basis in de werkelijkheid hebben, of dat ze door de mens worden gesteld. Hartmann tracht in zijn "Ethik" (1926), aannemelijk te maken dat de Waarden een ontologische status hebben en dat ze door de mens worden herkend als waarde, waarop hij zijn "Behoren" afstemt.

- 69) Debrock,1981,167.
- 70) Van Melsen,1964,103.
- 71) Zie ook Wood Krutch,142,186.
- 72) K. Marx, Nationalökonomie und Philosophie, in: Frühschriften, 235. Hiermee zijn we opnieuw bij de problematiek van de "Entfremdung" beland, die Marx in deze geschriften zo sterk bezighield.
- 73) Whitehead,1920,26ev.
- 74) Whitehead,1925,159.
- 75) Voor deze inspirerende visie op de Geschiedenis, zie Collingwood,1964.
- 76) Literatuur over Whitehead: Zie o.a. Leclerc (1958), Christian (1959) en Löwe (1966).
- 77) Voor een bespreking van de relevantie van Whiteheads inzichten voor de biologie, zie o.a. de artikelen van Waddington, Birch en Thorpe in: Cobb & Griffin (1977). Zie ook in Proceedings van Whitehead- Congres (Holz & Gazo (eds.),1984).
- 78) Eigen verwijst hierbij naar Schiller: "Es ist nicht der Mensch, der das Spiel erfand...es ist das Spiel, und nur das Spiel, das den Menschen vollständig macht."  
(Aesthetische Erziehung des Menschen,1793).
- 79) Eigen,1975,32.



## BIBLIOGRAFIE



- Achinstein, P.  
1977 Function Statements, Phil.Sci., 44, 341, 1977.
- Alexander, S.  
1920 Space, Time and Deity, London, 1920.  
1939 Literary and Philosophical Pieces, MacMillan, London, 1939.
- Allen, G.E.  
1980 Life Science in the Twentieth Century, Cambridge UP., 1980.
- Ariès, Ph.  
1980 Westerse opvattingen over de Dood, Wet. Uitg., Amsterdam, 1980.
- Aristoteles.  
1910 The Works of Aristotle, Oxford UP., 1910.
- Armstrong, A.H.  
1963 An Introduction to Ancient Philosophy, Beacon Press, Boston, 1963.
- Ashby, W.R.  
1974 Einführung in die Kybernetik, Suhrkamp, Frankfurt, 1974.
- Ashton, M.  
1979 The Fifteenth Century, Thames and Hudson, 1979.
- Avery, O.T., MacLeod, C.M., McCarty, M.  
1943 Studies on the Chemical Nature of the Substance inducing Transformation, J.Exp.Med., 79, 137, 1943.
- Ayala, F.J.  
1968 Biology as an Autonomous Science, 1968, in: Grene & Mendelsohn (eds.).  
1970 Teleological Explanations in Evolutionary Biology, Phil.Sci., 37, 1, 1970.  
1974 The Concept of Biological Progress, in: Ayala & Dobzhansky (eds.), 1974.  
1978 The Mechanism of Evolution, Sci. Amer., 239/3, 48, 1978.
- Ayala, F.J., Dobzhansky, T.(eds.).  
1974 Studies in the Philosophy of Biology, Macmillan, London, 1974.
- Ayala, F., Kiger, J.A.  
1980 Modern Genetics, Benjamin, New York, 1980.
- Bacon, F.  
1605 The Advancement of Learning (1605), Dent, London, 1973.  
1620 The New Organon (1620), Libr.Lib.Arts, Bobbs- Merrill, Indianapolis, 1960.  
1627 New Atlantis (1627), in: White F.R., Famous Utopias, 1955.
- Baer, K., von.  
1866 Ueber Zweckmässigkeit oder Zielstrebigkeit überhaupt, Berlin, 1866.
- Baldwin, J.M.  
1896 On Criticism of Organic Selection, Science, 4, 724, 1896.
- Barrow, J.D., Tipler, F.J.  
1986 The Anthropic Cosmological Principle, Clarendon, Oxford, 1986.
- Beatty, J.  
1984 Chance and Natural Selection, Phil.Sci., 51, 183, 1984.
- Beauchamps, T.L., Walters., L.(eds.).  
1978 Contemporary Issues in Bioethics, Dickenson, Encino, 1978.
- Becker, C.  
1932 The Heavenly City of the Eighteenth Century Philosophers, Yale UP., 1932.

- Beckner, M.  
 1959 The Biological Way of Thought, Columbia UP., New York, 1959.  
 1969 Function and Teleology, J.Hist.Biol., 2, 151, 1969.
- Beer, G.de.  
 1963 Charles Darwin, London, 1963.
- Beerling, R.F.  
 1977 Het Cultuurprotest van J.J. Rousseau, van Loghem Slaterus, Deventer, 1977.
- Bell, D.  
 1972 The Coming of Post-Industrial Society, Basic Books, New York, 1972.
- Bendall, D.S.(ed.).  
 1983 Evolution from Molecules to Men, Cambridge UP., Cambridge, 1983.
- Bender, F.  
 1965 Berkeley, Wereldvenster, Bussum, 1965.
- Berg, J.van der.  
 1984 De Koude Rillingen over de Rug van Darwin, Callenbach, Nijkerk, 1984.
- Berg, L.  
 1926 Nomogenesis, Constable, London, 1926.
- Bergson, H.  
 1907 L'Évolution Créatrice, Parijs (1907); vert.: Wereldbibliotheek, 1925.
- Berkeley, G.  
 1710 The Principles of Human Knowledge (1710), Fontana, Glasgow, 1979.  
 1713 Three Dialogues between Hylas and Philonous (1713), Fontana, Glasgow, 1979.
- Berman, M.  
 1981 The Re-enchantment of the World, Cornell UP., 1981.
- Bernal, J.D.  
 1969 Science in History, Penguin, Harmondsworth, 1969.
- Bernard, C.  
 1927 An Introduction to the Study of Experimental Medicine, Schuman, New York, 1927.
- Berry, D.  
 1982 Neo-Darwinism, Arnold, 1982.
- Bertalanffy, L. von.  
 1928 Kritische Theorie der Formbildung, Berlin, 1928.  
 1949 Das Biologische Weltbild (1949); vert.Bijleveld, 1960.  
 1950 An Outline of General System Theory, Brit.J.Phil.Sci.1, 134, 1950.  
 1968 General System Theory, Braziller, New York, 1968.
- Birch, C.  
 1974 Chance, Necessity and Purpose, in: Ayala & Dobzhansky, 1974.
- Blasse, M.  
 1982 Les théories de l'Évolution, La Recherche, 129, 1982.
- Blumenbach, J.F.  
 1789 Über den Bildungstrieb und das Zeugungsgeschäfte, Göttingen, 1789.
- Blumenberg, H.  
 1965 Die Kopernikanische Wende, Suhrkamp, Frankfurt, 1965.



- Boas, M.  
1966 The Scientific Renaissance, Harper, New York, 1966.
- Boehm, R.  
1974 Kritik der Grundlagen des Zeitalters, Nijhoff, 1974.
- Boesiger, E.  
1974 Evolutionary theories after Lamarck and Darwin, in: Ayala & Dobzhansky, 1974.
- Bohm, D.  
1980 Wholeness and the Implicate Order, Routledge, Kegan Paul, 1980.
- Bohr, N.  
1958 Atomic Physics and Human Knowledge, Wiley, New York, 1958.  
1961 Atomic Theory and Description of Nature, Cambridge UP., London, 1961.
- Bois-Reymond, E. du.  
1872 Ueber die Grenzen des Naturerkennens (1872), Veit, Leipzig, 1907.  
1880 Die Sieben Welträtsel (1880), Veit, Leipzig, 1907.
- Bok, S.T.  
1963 Het Ontstaan van het Leven, Spectrum, Utrecht, 1963.  
1966 Cybernetica, Spectrum, Utrecht, 1966.
- Bom, Th. van der.  
1932 Philosophie van het Leven, Dekker van de Vegt, Nijmegen, 1932.
- Bonner, J.T.  
1982 Evolution and Development, Springer, New York, 1982.
- Bonting, S.L., (ed.).  
1978 Evolutie en Scheppingsgeloof, Ambo, Baarn, 1978.
- Born, M.  
1949 Natural Philosophy of Cause and Chance, Oxford UP., 1949.
- Boschke, F.  
1976 Die Herkunft des Lebens, Econ Verlag, 1976.
- Bowler, P.J.  
1977 Darwinism and the Argument of Design, J.Hist.Biol., 10, 29, 1977.  
1984 Evolution, The History of an Idea, California UP., 1984.
- Brackman, A.C.  
1980 The Delicate Arrangement, New York, 1980.
- Bradie, M., Gromko, M.  
1981 The Status of the Principle of Natural Selection, Nat. & Syst., 3, 1981.
- Braithwaite, R.B.  
1953 Scientific Explanation, Cambridge UP., 1953.
- Brandon, R.N.  
1978a Adaptation and Evolutionary Theory, Stud. Hist.Phil.Sci., 9, 181, 1978.  
1978b Evolution, Phil.Sci., 45, 96, 1978.  
1981 Biological Teleology, Questions and Explanations, Stud.Hist.Phil.Sci., 12, 91, 1981.
- Brenner, S.  
1965 Theories of Gene Regulation, Brit.Med.Bull., 21, 244, 1965.
- Bresch, C.  
1972 Klassische und Molekulare Genetik, Springer, Berlin, 1964(1), 1972(3).  
1980 Zwischenstufe Leben, Evolution ohne Ziel?, Fischer, Frankfurt a/M, 1980.

- Broad, C.D.  
 1925 *The Mind and Its Place in Nature*, Routledge, Kegan Paul, London, 1925.  
 1975 *Leibniz, An Introduction*, Cambridge UP., Cambridge, 1975.
- Brooks, D.R.  
 1986 *Wiley, E.O, Evolution as Entropy*, Chicago UP., 1986.
- Brown, D.D.  
 1981 *Gene Expression in Eukaryotes*, Science, 211, 667, 1981.
- Buber, M.  
 1943 *De Vraag naar de Mens*, Bijleveld, 1943.
- Buffon, G, Lecomte de.  
 1962 *Les Etappes de la Nature*, ed.J.Roper, 1962.
- Burckhardt, J.  
 1860 *Die Kultur der Renaissance in Italien (1860)*, Kröner, Stuttgart, 1976.
- Burnet, J.  
 1914 *Greek Philosophy*; St.Martins Press, New York, 1914.
- Burt, E.A.  
 1932 *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, Routledge Kegan Paul, 1932.
- Bury, J.  
 1924 *The Idea of Progress (1924)*, Dover, 1955.
- Butterfield, H.  
 1949 *The Origin of Modern Science*, Bell, London, 1949.
- Buytendijk, F.J.J.  
 1939 *Schaduw van het Kennen*, Tijdschr. v. Filosofie, 1, 5, 1939.  
 1972 *Mens en Dier*, Spectrum, Utrecht, 1972.
- Byerly, H.  
 1979 *Teleology and Evolutionary Theory*, Nature & System, 1, 157, 1979.
- Campbell, M.  
 1983 *Adaptation and Fitness*, Stud.Hist.Phil.Sci., 14, 59, 1983.
- Canfield, J.  
 1963 *Teleological Explanation in Biology*, Brit.J.Phil.Sci., 14, 285, 1963.  
 1966 *Purpose in Nature*, New Jersey, 1966.
- Cannon, W.B.  
 1932 *The Wisdom of the Body*, New York, 1932.
- Capelle, W. von.  
 1968 *Die Vor-Sokratiker*, Kröner, Stuttgart, 1968.
- Capra, F.  
 1976 *The Tao of Physics*, Bantam, 1976.
- Carnap, R.  
 1961 *Scheinprobleme in der Philosophie*, Felix Meiner, Hamburg, 1961.
- Casimir, H.B.G.  
 1983 *Het Toeval van de Werkelijkheid*, Meulenhoff, Amsterdam, 1983.
- Cassirer, E.  
 1923 *Substance and Function (1923)*, Dover, New York, 1953.  
 1927 *The Individual and the Cosmos in Renaissance Philosophy (1927)*, Pennsylvania UP., 1963.  
 1932 *The Philosophy of the Enlightenment (1932)*, Princeton UP., New York, 1951.

- Cassirer, E., Kristeller, P.O., Randall, J. (eds.).  
 1948 The Renaissance Philosophy of Man, Chicago UP., 1948.
- Chambers, R.  
 1844 Vestiges of the Natural History of Creation (1844), New York, 1969.
- Christian, W.A.  
 1959 An Interpretation of Whitehead's Metaphysics, Yale UP., New Haven, 1959.
- Churchill, F.B.  
 1969 From Machine- Theory to Entelechy, J.Hist.Sci.2, 165, 1969.
- Clagett, M.  
 1956 Greek Science in Antiquity, New York, 1956.
- Clagett, M. (ed.).  
 1959 Critical Problems in History of Science, 1959.
- Clark, G.  
 1972 The Seventeenth Century, Oxford UP., London, 1972.
- Cobb, J.B., Griffin, D.R.(eds.).  
 1977 Mind in Nature, America UP., Washington, 1977.
- Cohen, I.B.  
 1960 The Birth of a New Physics, Heinemann, London, 1960.
- Coleman, W.  
 1977 Biology in the Nineteenth Century, Cambridge UP., 1977.
- Collingwood, R.G.  
 1945 The Idea of Nature; Clarendon Press, Oxford, 1945.  
 1946 The Idea of History , Clarendon Press, Oxford, 1946.
- Collins, J.  
 1965 A History of Modern European Philosophy, Bruce, Milwaukee, 1965.  
 1971 Descartes' Philosophy of Nature, Am.Phil.Quart.Monograph, 5, 1971.
- Copleston, F.C.  
 1955 Aquinas, Penguin, 1955.
- Cornell, J.F.  
 1984 Analogy and Technology in Darwin's Vision, J.Hist.Biol., 17/3, 303, 1984.  
 1986 Darwin and the Problem of Organic Teleology, Newton of the Grassblade?, ISIS, 77, 405, 1986.
- Cornford, F.M.D.  
 1975 Plato's Cosmology, Bobbs- Meryl Cy., Indianapolis, 1975.
- Crick, F.H.  
 1970 Central Dogma of Molecular Biology, Nature, 227, 561, 1970.  
 1976 Of Molecules and Man, Washington UP., Seattle, 1976.
- Crombie, A.C.  
 1961 From Augustine to Galileo, Harvard UP., Cambridge Mass., 1961.
- Cummins, R.  
 1975 Functional Analysis, J.Phil., 72, 741, 1975.
- Cuvier, G.  
 1813 Essay on the Theory of Earth, Edinburgh, 1813.
- Dampier, W.C.  
 1979 History of Science, Cambridge UP., 1979.
- Darlington, C.  
 1939 The Evolution of Genetic Systems, Cambridge UP., 1939.  
 1969 The Evolution of Man and Society, London, 1969.

- Darwin, Ch.  
 1844 Essay (1844) in: F. Darwin (1909).  
 1859 On the Origin of Species by Means of Natural Selection, Murray, London, 1859; Penguin edition, 1968.  
 1868 Variation of Animals and Plants under Domestication, Murray, London, 1868.  
 1871 The Descent of Man (1871), Princeton, New Jersey, 1981.  
 1876 Autobiography (1876), Dover, New York, 1958.
- Darwin, F.(ed.).  
 1887 Life and Letters of Charles Darwin, Murray, London, 1887.  
 1903 More Letters of Charles Darwin, Murray, London, 1903.
- Davidson, E.H., Britten, R.J.  
 1968 Gene Activity and Early Development, Acad.Press, London, 1968.  
 1979 Regulation of Gene-Expression, Science, 204, 1052, 1979.
- Davis, B.D.  
 1961 The Teleonomic Significance of Biosynthetic Control Mechanisms, Cold Spring Harb.Symp.26, 1, 1961.
- Dawkins, R.  
 1985 The Blind Watchmaker, Oxford UP., 1985.
- Debrock, G.J.Y.  
 1981 Enkele Beschouwingen over de Status van Teleologische Beweringen, A.N.T.W., 73, 151, 1981.  
 1985 The Future of Time, in: Debrock en Scheurer (eds.), (1985).
- Debrock, G. (ed.).  
 1983 Wetenschap en Waarden, Nijmeegse Studies in de Filosofie van de Natuur en haar Wetenschappen, 1983.
- Debus, A.G.  
 1978 Man and Nature in the Renaissance, Cambridge UP., 1978.
- Delfgaauw, B.  
 1967 Evolutie en Filosofie, in: Evolutie, Filosofie, Biologie en Kosmos, Spectrum, Utrecht, 1967.
- Descartes, R.  
 1637 Discours sur la Méthode (1637); Vert.: Boom, Meppel, 1978.  
 1641 Méditations Métaphysiques (1641), Libr.Phil., J.Vrin, Paris, 1978.  
 1644 Principia Philosophiae (1644), Haldane- Ross ed., Cambridge UP., 1979.
- Dessauer, F.  
 1949 Die Teleologie in der Natur, Reinhardt, Basel, 1949.
- Dessaur, C.J.  
 1982 De Droom der Rede, Nijhoff, 1982.
- Dewey, J.  
 1910 The Influence of Darwin on Philosophy, Holt, New York, 1910.
- Diderot, D.  
 1769 "Le Rêve d'Alembert" (1769), vert.: Boom, Meppel, 1980.
- Dijksterhuis, E.J.  
 1950 De Mechanisering van het Wereldbeeld, Amsterdam, 1950.

- Dobzhansky, Th.  
 1937 Genetics and the Origin of Species, Columbia UP., New York, 1937.  
 1960 Evolution and Environment, in: S.Tax (ed.), 1960.  
 1962 Mankind Evolving, Yale UP., 1962.  
 1968a On Some Fundamental Concepts of Darwinian Biology, *Evol.Biol.*, 2, 1, 1968.  
 1968b The Biology of the Ultimate Concern, New York, 1968; vert.: Wet.Uitg. Amsterdam, 1968.  
 1970 Genetics of the Evolutionary Process, Columbia UP., New York, 1970.  
 1974 Chance and Creativity in Evolution, in: Ayala & Dobzhansky (eds.), 1974.
- Dobzhansky, Th., Ayala, F.J., Stebbins, G.L., Valentine, J.W.  
 1977 Evolution, Freeman, San Francisco, 1977.
- Dretske, F.J.  
 1981 Knowledge and the Theory of Information, Basil Blackwell, Oxford, 1981.
- Driesch, H.  
 1907 Der Vitalismus als Geschichte und als Lehre, Leipzig, 1907.  
 1909 Philosophie des Organischen, Engelmann, Leipzig, 1909.  
 1912 Ordnungslehre, Diederichs, Jena, 1912.  
 1924 Metaphysik, Hirt, Breslau, 1924.
- Duhem, P.  
 1914 The Aim and Structure of Physical Theory, (1914), Princeton UP., 1954.
- Eddington, A.  
 1928 The Nature of the Physical World, Michigan UP., 1928.
- Edsall, J.T.  
 1984 Philosophy and Biochemistry of Regulatory Proteins, *J.Hist.Biol.* 17, 3, 429, 1984.
- Ehring, D.  
 1984 Negative Feedback and Goals, *Nature & System*, 6, 217, 1984.
- Eigen, M.  
 1975 Winkler, R., Das Spiel, Naturgesetze steuern den Zufall, Piper, München, 1975.
- Einstein, A.  
 1934 Mein Weltbild, Ulstein, 1934.
- Eiseley, L.  
 1950 Darwin's Century, Doubleday, New York, 1950.
- Eldredge, N.  
 1982 The Monkey Bussiness, WSP, 1982.
- Ellul, J.  
 1955 The Technological Society (1955), Vintage, New York, 1964.
- Enc, B.  
 1979 Function Attributions and Functional Explanations, *Phil.Sci.*, 46, 343, 1979.
- Engels, A.M.  
 1982 Teleologie des Lebendigen, Duncker und Humblot, Berlin, 1982.
- Falk, A.E.  
 1981 Purpose and Feedback in Evolution, *Phil.Sci.*, 48, 198, 1981.
- Feuerlicht, J.  
 1978 Alienation, From the Past to the Future, Greenwood, 1978.

- Feyerabend, P.  
1975 Against Method, New Left Books, 1975.
- Field, C.C.  
1969 The Philosophy of Plato; Oxford UP., 1969.
- Fisher, H.A.L.  
1935 History of Europe, Oxford UP., 1935.
- Flew, A.  
1984 Darwinian Evolution, Granada/Paladin, London, 1984.
- Foucault, M.  
1970 Les Mots et Les Choses, Gallimard, Paris, 1966; vert.: Ambo, 1970.
- Frank, M.  
1984 Einführung in Schellings Philosophie, Suhrkamp, Frankfurt, 1984.
- Freud, S.  
1930 Das Unbehagen in der Kultur (1930), Fischer, Frankfurt, 1979.
- Freyer, H.  
1950 Theorie des gegenwärtigen Zeitalters, Deutsche Verlag Anstalt, Stuttgart, 1950.
- Freyhofer, H.  
1982 The Vitalism of Hans Driesch, Peter Lang, Frankfurt aM., 1982.
- Fromm, E.  
1955 The Sane Society, Rhinehart, New York, 1955.
- Futuyama, D.J.  
1979 Evolutionary Biology, Sinauer, Mass., 1979.
- Galbraith, J.K.  
1958 The Affluent Society, Penguin, Harmondsworth, 1958.
- Galilei, G.  
1632 Dialogue concerning the Two Main World Systems (1632), Chicago UP., 1953.  
1638 Dialogue concerning Two New Sciences (1638), Dover, 1954.
- Gardner, E.J.  
1972 History of Biology, Burgess Pub. Co., Minneapolis, 1972.
- Gay, P.  
1966 The Enlightenment, An Interpretation, Norton, New York, 1966.
- Gehlen, A.  
1957 Die Seele im Technischen Zeitalter, Hamburg, 1957.
- Geyer, R., (ed.).  
1976 Theories of Alienation, 1976.
- Ghiselin, M.  
1969 The Triumph of the Darwinian Method, California UP., 1969.  
1974 A radical solution to the species problem, Syst.Zool., 23, 536, 1974.
- Gilead, A.  
1985 Teleological Time, a Variation on a Kantian Theme, Rev.Met., 38, 1985.
- Gillespie, C.C.  
1960 The Edge of Objectivity, Princeton UP., 1960.
- Glass, B., Temkin, O., Straus, W. (eds.).  
1959 Forerunners of Darwin:1745-1859, Baltimore, 1959.
- Goethe, J.W.  
1984 Faust I und II, Aufbau-Verlag, Berlin, 1984.
- Goff, J. le.  
1987 De Cultuur van Middeleeuws Europa, Wereldbibl.Amsterdam, 1987.

- Goldschmidt, R.  
 1940 The Material Basis of Evolution, Yale UP., New Haven, 1940.
- Gombrich, E.H.  
 1972 The Story of Art, Phaidon, London, 1972.
- Goodfield, J.  
 1977 Playing God, London, Hutchinson, 1977.
- Goodwin, B.C.  
 1982 Development and Evolution, J.Theor.Biol., 97, 43, 1982.
- Goudge, T.  
 1963 The Ascent of Life, Allen & Unwin, London, 1963.
- Goudzwaard, B.  
 1978 Kapitalisme en Vooruitgang, van Gorcum, Assen, 1978.
- Gould, S.  
 1977 Ontogeny and Phylogeny, Harvard UP., Cambridge, Mass.1977.  
 1977 Ever Since Darwin, New York, 1977.
- Gould, S.J., Eldredge, N.  
 1977 Punctuated Equilibria, Paleobiology, 3, 115, 1977.
- Gould, S.J., Lewontin, R.C.  
 1979 The Spandrels of the San Marco and the Panglossian Paradigm, a critique of the adaptionist programme, Proc.Roy.Soc.London, B 205, 581, 1979.
- Grant, E.  
 1971 Physical Science in the Middle Ages, Cambridge UP., 1971.
- Grant, P.  
 1978 Biology of Developing Systems, Saunders, 1978.
- Gray, A.  
 1876 Darwiniana (1876), Harvard UP., Cambridge Mass., 1963.
- Greene, J.C.  
 1981 Science, Ideology and Worldview, California UP., 1981.
- Grene, M.  
 1976 Aristotle and Modern Biology, in: Grene & Mendelsohn (eds.) (1976).
- Grene, M., Mendelsohn, E., (eds.).  
 1976 Topics in the Philosophy of Biology, Bost.Stud.Phil Sci., XXIII, 1976.
- Gruber, H.  
 1974 Darwin on Man, Dutton, New York, 1974.
- Guardini, R.  
 1950 Das Ende der Neuzeit, Hess, Basel, 1950.
- Guthrie, W.K.C.  
 1975 The Greek Philosophers; Harper, New York, 1975.
- Habermas, J.  
 1971 Technik und Wissenschaft als Ideologie, Suhrkamp, Frankfurt, 1971.
- Haeckel, E.  
 1868 Natürliche Schöpfungsgeschichte, Reimer, Berlin, 1868.  
 1899 Die Welträtsel, Leipzig, 1899.  
 1909 Das Weltbild von Darwin und Lamarck, Leipzig, 1909.
- Haldane, J.S.  
 1923 Mechanism, Life and Personality (1923), Greenwood, London, 1973.  
 1931 The Philosophical Basis of Biology, Hodder, London, 1931.  
 1932 The Universe in its Biological Aspect, 1932.  
 1949 What is life, London, 1949.

- Hall, A.R.  
1954 The Scientific Revolution, Beacon Press, Boston, 1954.
- Hallam, A. (ed.).  
1977 Patterns of Evolution, Elsevier, Amsterdam, 1977.
- Hampshire, S.  
1978 Spinoza, Penguin, Harmondsworth, 1978.
- Hampson, N.  
1968 The Enlightenment, Penguin, Harmondsworth, 1968.
- Hankins, T.L.  
1985 Science in the Enlightenment, Cambridge UP., 1985.
- Hanson, N.R.  
1958 Patterns of Discovery, Cambridge UP., 1958.
- Hardy, A.  
1965 The Living Stream, Collins, London, 1965.
- Harman, P.M.  
1982a Energy, Force and Matter, Cambridge UP., 1982.  
1982b Metaphysics and Natural Philosophy, Harvester, 1982.
- Hartmann, N.  
1926 Ethik (1926), Gruyter, Berlin, 1962.  
1950 Philosophie der Natur, Gruyter, Berlin, 1950.  
1951 Teleologisches Denken, Gruyter, Berlin, 1951.
- Hayes, W.  
1969 The Genetics of Bacteria and Viruse, Blackwell, Oxford, 1969.
- Hazard, P.  
1973 The European Mind, Penguin, Hamondsworth, 1973.
- Heberer, G. (ed).  
1959 Dokumente zur Abstammungslehre, G.Rischer, Stuttgart, 1959.  
1960 Hundert Jahre Evolutionsforschung, G.Fischer, 1960.
- Hegel, G.W.F.  
1807 Phänomenologie des Geistes (1807), Suhrkamp, Frankfurt, 1970.  
1830 Enzyklopädie der philosophische Wissenschaften, Suhrkamp, Frankfurt, 1970.
- Heidegger, M.  
1954 Die Frage nach der Technik, Neske, Pfullingen, 1954.
- Heisenberg, W.  
1971 Schritte über Grenzen, Piper, München, 1971.
- Hempel, C.G.  
1965 Aspects of Scientific Explanation, Free Press, New York, 1965.
- Henderson, L.J.  
1927 The Fitness of the Universe, New York, 1927.
- Hennemann, G.  
1975 Geschichte der Naturphilosophie, Berlin, 1975.
- Henning, K., Kutscha, S.  
1984 Mangelnde Ursache oder mangelndes Wissen?, Naturwissenschaften, 71, 493, 1984.
- Hesse, M.B.  
1961 Forces and Fields, London, 1961.
- Ho, M.W., Saunders, P.T.  
1979 Beyond neo-Darwinism - An Epigenetic Approach to Evolution, J.theor.Biol., 78, 573- 591, 1979.



- Hobsbawn, E.  
 1962 The Age of Revolution, (1962); vert.: Meulenhoff, 1963.  
 1975 The Age of Capital, (1975); vert.: Meulenhoff, 1979.
- Hoefnagels, H.  
 1972 De Maatschappij bedreigt zijn eigen Toekomst, Wolters-Noordhoff, 1972.
- Hoeven, P. van der.  
 1966 Galilei, Wereldvenster, Baarn, 1966.  
 1972 Descartes, Wereldvenster, Baarn, 1972.  
 1979 Newton, Wereldvenster, Baarn, 1979.
- Hoffman, A.  
 1982 Punctuated versus Gradual Mode of Evolution, *Evol.Biol.*, 15, 411, 1982.
- Holbach, P.T. d'.  
 1770 *Système de la Nature* (1770); Duitse Vert.: Suhrkamp, Frankfurt, 1978.
- Holz, H., Gazo., E.W.  
 1984 Whitehead and the Idea of Process, Alber, Freiburg, 1984.
- Hooykaas, R.  
 1976 *Geschiedenis der Natuurwetenschappen*, Bohn, Scheltema & Holkema, Utrecht, 1976.
- Horder, T., Witkowski, J.A., Wyle, C.C.(eds.).  
 1985 A History of Embryology, Cambridge UP., 1985.
- Horkheimer, M., Adorno, T.  
 1971 *Dialektik der Aufklärung*, Fischer, Frankfurt, 1971.
- Hoyle, F.  
 1975 *Astronomy and Cosmology*, Freeman, San Francisco, 1975.
- Hubbeling, H.G.  
 1966 *Spinoza*, Wereldvenster, Baarn, 1966.
- Huizinga, J.  
 1919 *Herfsttij der Middeleeuwen* (1919), Tjeenk Willink, Groningen, 1975.  
 1936 *In de Schaduw van Morgen*, Tjeenk Willink, Haarlem, 1936.  
 1938 *Homo Ludens* (1938), Tjeenk Willink, Groningen, 1974.
- Hull, D.L.  
 1967 *Metaphysics of Evolution*, *Brit.J.Hist.Sci.*, 3, 1967.  
 1974 *Philosophy of Biological Science*, Prentice Hall, New Jersey, 1974.  
 1976 *Darwin and His Critics*, Harvard UP., Cambridge, 1976.  
 1978 *A Matter of Individuality*, *Phil.Sci.*, 45, 355, 1978.
- Hume, D.  
 1748 *An Enquiry concerning Human Understanding* (1748), Collier, New York, 1962.  
 1779 *Dialogues Concerning Natural Religion* (1779), ed.Kemp Smith, London, 1947.
- Huxley, J.  
 1942 *Evolution, The Modern Synthesis*, Allen and Unwin, London (1942), 1974.  
 1943 *Evolutionary Ethics*, Oxford UP., 1943.  
 1954 *Evolution in Action*, Chatto & Windus, London, 1953; Duitse vert.: Fischer, 1954.  
 1960 *The Emergence of Darwinism*, in: Tax (ed.), 1960.

- Illich, I.  
1975 Medical Nemesis, Boyars, London, 1975.
- Israël, J.  
1970 Der Begriff der Entfremdung, Rowohlt, 1970.
- Jacob, F.  
1976 La logique du Vivant, Gallimard, Paris, 1970; vert.: The Logic of Life, Vintage Books, New York, 1976.  
1982 The Possible and the Actual, Pantheon, New York, 1982.
- Jacob, F., Monod, J.  
1961 Genetic Regulatory mechanisms in the Synthesis of Proteins, J.Mol.Biol., 3, 318, 1961.
- Jager, S. de.  
1975 Mensbeelden en Maatschappijmodellen, Stenfert Kroese, Leiden, 1975.
- James, W.  
1896 Is Life Worth Living (1896), in: Essays on Faith and Morals, Meridan, New York, 1962.
- Jammer, M.  
1957 The Concept of Force, Harvard UP., 1957.  
1961 The Concept of Mass, Harvard UP., 1961.
- Janson, H.W.  
1979 History of Art, Thames & Hudson, London, 1979.
- Janssen, H.P.H.  
1978 Geschiedenis van de Middeleeuwen, Spectrum, Utrecht, 1978.
- Jantsch, E.  
1975 The Self-Organizing Universe, Pergamon, 1975.
- Jaspers, K.  
1932 Die Geistige Situation der Zeit, Göschen, 1932.
- Jean, J.  
1943 Physics and Philosophy, Cambridge UP., 1943.
- Jensen, U.J., Harre, (eds.).  
1981 Philosophy of Evolution, Harvester, 1981.
- Jeuken, M.  
1979 Materie, Leven, Geest, van Gorcum, Assen, 1979.
- Johnson, F. (ed.).  
1973 Alienation, Concept, Term and Meaning, Seminar Press, New York, 1973.
- Johnson, F., Geyer, R. (eds.).  
1973 Theories of Alienation, 1973.
- Jonas, H.  
1979 Das Prinzip Verantwortung, Insel, Frankfurt, 1979.  
1966 The Phenomenon of Life (1966), Greenwood, 1979.
- Jordan, H.J.  
1943 De Causale Verklaring van het Leven, Noord-Hollandsche Uitg., Amsterdam, 1943.
- Judson, H.F.  
1979 The Eighth Day of Creation, Simon & Schuster, New York, 1979.

- Kant, I.  
 1784 Über den Gebrauch Teleologischer Prinzipien (1784), in: Schriften zur Naturphilosophie, Suhrkamp, Frankfurt aM., 1968 .  
 1786 Grundlegung zur Metaphysik der Sitten (1786), Suhrkamp, Frankfurt, 1978.  
 1787 Kritik der reinen Vernunft (1787), Felix Meiner, Hamburg, 1956 .  
 1788 Kritik der praktischen Vernunft (1788), Suhrkamp, Frankfurt, 1978.  
 1790 Kritik der Urteilskraft (1790), Suhrkamp, Frankfurt, 1979 .
- Kemeny, J.G.  
 1959 A Philosopher looks at Science, Nostrand, Princeton, New Jersey, 1959.
- Kim, J.  
 1964 Inference, Explanation and Prediction, J.Phil.61, 326, 1964.
- Kimura, M.  
 1979 The Neutral Theory of Molecular Evolution, Sci.Am., 241, 94, 1979.
- Kirk, G.S., Raven, J.E.  
 1971 The Presocratic Philosophers, Cambridge UP, Cambridge, 1971.
- Kitto, H.D.F.  
 1957 The Greeks, Penguin, Harmondsworth, 1957.
- Knappik, G.J.  
 1983 Das Werden des Weltalls und das Leben, Peter Lang, Frankfurt, 1983.
- Knowles, D.  
 1962 The Evolution of Medieval Thought, Random House, New York, 1962.
- Körner, S.  
 1955 Kant, Pelican, Harmondsworth, 1955.
- Koenigswald, G.H.R. von.  
 1960 Die Geschichte des Menschen, Berlin, 1960.
- Koyre, A.  
 1957 From the Closed World to the Infinite Universe, Johns Hopkins UP., Baltimore, 1957.
- Krimbas, C.B.  
 1984 On Adaptation, Evolutionary Biology, 17, 1, 1984.
- Kristeller, P.O.  
 1961 Renaissance Thought, Harper, New York, 1961.
- Kühn, H.  
 1954 Das Erwachen der Menschheit, Frankfurt, 1954.
- Kuhn, T.  
 1956 The Copernican Revolution, Harvard UP., 1956.  
 1970 The Structure of Scientific Revolutions, Chicago UP., 1970.
- Kullmann, W.  
 1979 Die Teleologie in der Aristotelischen Biologie, C.Winter, Heidelberg, 1979.
- Kurris, F.  
 1968 Kerngedachten van Bergson, Romen, Roermond, 1968.
- Kuypers, K.  
 1966 Immanuel Kant, Wereldvenster, Baarn, 1966.
- Lakatos, I.  
 1978 The Methodology of Scientific Research Programmes, Cambridge UP., 1978.

- Lamarck, J.B.  
 1809 Philosophie Zoologique (1809); vert.: Wereldbibliotheek, 1921.
- Leakey, L.S.B., Goodall, V.M.  
 1970 Unveiling Man's Origin, London, 1970.
- Leclerc, I.  
 1958 Whitehead's Metaphysics, Allen & Unwin, London, 1958.  
 1972 The Nature of Physical Existence, Allen & Unwin, London, 1972.  
 1986 The Philosophy of Nature, Cath.Univ.Amer.Press, Washington, 1986.
- Lecomte du Notty, P.  
 1947 Human Destiny, Longmans, New York, 1947.
- Lefèvre, W.  
 1984 Die Entstehung der Biologischen Evolutionstheorie, Ullstein, Frankfurt, 1984.
- Leff, G.  
 1958 William of Ockham, 1958.
- Lehman, H.  
 1965 Functional Explanation in Biology, Phil.Sci.32, 1, 1965.
- Leibniz, G.W.  
 1686 Discours de Métaphysique (1686); vert.: Wereldvenster, Bussum, 1981.  
 1906 Hauptschriften, Leipzig, 1906.  
 1969 Zie ook Loemker (1969).
- Lemaire, T.  
 1970 Filosofie van het Landschap, Ambo, 1970.
- Lenoble, R.  
 1969 Histoire de l'idée de Nature, Albin Michel, Paris, 1969.
- Lenoir, T.  
 1982 The Strategy of Life, Reidel, Dordrecht, 1982.
- Lepenies, W.  
 1976 Das Ende der Naturgeschichte, Piper, München, 1976.
- Lever, J.  
 1973 Geïntegreerde Biologie, Academische Paperbacks, Oosthoek, Utrecht, 1973.
- Levins, R., Lewontin, R.  
 1985 The Dialectical Biology, Harvard UP., Cambridge Mass., 1985.
- Lewin, R.  
 1980 Evolutionary Theory under Fire, Science, 210, 883, 1980.
- Lewontin, R.C.  
 1961 Evolution and the Theory of Games, J.Theor.Biol., 1, 382, 1961.  
 1978 Adaptation, Sci.Amer., 239/3, 157, 1978.
- Leyden, W.van.  
 1968 Seventeenth Century Metaphysics, 1968.
- Lloyd, E.A.  
 1983 The Nature of Darwin's Support for Natural Selection, Phil.Sci., 50, 112, 1983.
- Lloyd, G.E.R.  
 1979 The Origins of Greek Science, Cambridge UP., 1979.
- Lloyd Morgan, C.  
 1896 On Heridity and Variation, Science, 4, 733, 1896.  
 1923 Emergent Evolution, Williams & Norgate, London, 1923.

- Löw, R.  
1980 Philosophie des Lebendigen, Suhrkamp, Frankfurt, 1980.
- Locke, J.  
1690 An Essay concerning Human Understanding (1690), Dent & Sons, London, 1977.
- Loeb, J.  
1912 The Mechanistic Conception of Life, Chicago, 1912.
- Loemker, L.E. (ed.).  
1969 Philosophical Letters and Papers of Leibniz, Reidel, Dordrecht, 1969.
- Lorenz, K.  
1973 Die Rückseite des Spiegels, Piper, München, 1973.
- Losee, J.  
1972 Historical Introduction to the Philosophy of Science, Oxford UP., 1972.
- Lovejoy, A.  
1936 The Great chain of Being, Harvard UP., 1936.
- Lovelock, J.E.  
1980 Gaya, A New Look at Life on Earth, 1979; vert. Bruna, 1980.
- Lowe, V.  
1966 Understanding Whitehead, John Hopkins, Baltimore, 1966.
- Lucretius.  
1978 On the Nature of the Universe, Penguin Classics, Harmondsworth, 1978.
- Luria, S.E.  
1984 A Slot Machine - A broken Test Tube, Harper & Row, New York, 1984.
- Lyell, Ch.  
1830 Principles of Geology, Vol.I, London, 1830; in: Heberer (1959).
- Lytard, J.F.  
1986 Het Post-Modernisme verklaard aan onze Kinderen, Kok Agora, 1986.
- MacIntyre, R.J.  
1982 Regulatory Genes and Adaptation, Evol. Biol., 15, 247, 1982.
- Mach, E.  
1980 Natuurkunde, Wetenschap en Filosofie, Boom, Meppel, 1980.
- Magner, L.  
1979 A History of Life Sciences, New York, 1979.
- Maier, A.  
1949 Die Vorläufer Galileis, Rome, 1949.  
1955 Metaphysischen Hintergründe der Spätscholastischen Naturphilosophie, Rome, 1955.
- Malthus, Th.R.  
1798 An Essay on the Principles of Population (1798), Penguin, Harmondsworth, 1976.
- Mandrou, R.  
1978 From Humanism to Science, Penguin, Harmondsworth, 1978.
- Manier, E.  
1972 Functionalism and the Negative Feedback Model in Biology, Bost.Stud.Phil.Sci., VIII, 1972.
- Mannheim, K.  
1947 Diagnosis of our Time, 1947.

- Manuel, F.E., Manuel, F.P.  
 1979 Utopian Thought in the Western World, Blackwell, Oxford, 1979.
- Marcel, G.  
 1956 De Mens zichzelf een Vraagstuk, Bijleveldt, 1956.
- Marchal, J.H.  
 1975 On the Concept of System, Phil.Sci., 42, 448, 1975.
- Marcuse, H.  
 1968 One-Dimensional Man, Sphere, London, 1968.
- Margulis, L.  
 1979 The Evolution of Cells, Harvard UP., Cambridge, Mass., 1979.
- Marx, K.  
 1971 Frühschriften (1837-1848), Kröner, Stuttgart, 1971.
- Mathes, R.  
 1971 Evolution und Finalität, Hain Verlag, 1971.
- Maynard Smith, J.  
 1975 The Theory of Evolution, Penguin, Harmondsworth, 1975.  
 1985 Developmental Constraints and Evolution, Quart.Rev.Biol., 60, 265, 1985.
- Mayr, E.  
 1960 The Emergence of Evolutionary Novelties, in: S.Tax (ed.), 1960.  
 1961 Cause and Effect in Biology, Science, 134, 1501, 1961.  
 1963 Animal Species and Evolution, Harvard UP., 1963.  
 1969 Grundgedanken der Evolutionsbiologie, Naturwiss., 56/8, 392, 1969.  
 1970 Populations, Species and Evolution, Harvard UP., 1970.  
 1972 The Nature of the Darwinian Revolution, Science, 176, 981, 1972.  
 1974 Teleological and Teleonomic, A New Analysis, in: Bost.Stud.Phil.Sci., XIV, 91, 1974.  
 1978 Evolution, Sci. Amer., 239/3, 39, 1978.  
 1982 The Growth of Biological Thought, Harvard UP., 1982.  
 1983 How to Carry out the Adaptionist Program?, Amer.Nat., 121/3, 324, 1983.
- Mayr, E., Provine, W. (eds.).  
 1980 The Evolutionary Synthesis, Harvard UP., 1980.
- McFarland, J.D.  
 1970 Kant's Concept of Teleology, Edinburgh UP., Edinburgh, 1970.
- McKie, J.L.  
 1976 The Cement of the Universe, Oxford UP., 1976.
- Melsen, A.G.M., van.  
 1949 Van Atomos naar Atoom, Meulenhoff, Amsterdam, 1949 .  
 1955 Natuurfilosofie, Standaard, Antwerpen, 1955.  
 1960 Natuurwetenschap en Techniek, Spectrum, Utrecht, 1960 .  
 1964 Evolutie en Wijsbegeerte, Spectrum, Utrecht, 1964.  
 1983 Natuurwetenschap en Natuur, Ambo, 1983.
- Mendel, G.  
 1865 Versuche über Pflanzehybriden (1865), in: Heberer (1959).
- Mettrie, J. de la.  
 1748 L'homme machine (1748); vert.: Boom, 1978.
- Meyer-Albich, A.  
 1948 Naturphilosophie auf Neuen Wegen, Stuttgart, 1948.

- Miller, S.L.  
 1974 Orgel, L.E., The Origin of Life on Earth, Prentice Hall, New Jersey, 1974.
- Mills, S.K., Beatty, J.H.  
 1979 The Propensity Interpretation of Fitness, Phil.Sci., 46, 263, 1979.
- Monod, J.  
 1970 Le Hasard et la Nécessité, Ed.du Seuil, Paris, 1970; vert.: Chance and Necessity, Fontana, 1974.  
 1974 On Chance and Necessity, in: Studies in the Philosophy of Biology, eds.:Ayala & Dobzhansky, MacMillan, London, 1974.
- Monod, J., Jacob, F.  
 389 Teleonomic Mechanisms in Cellular Metabolism, Growth and Differentiation, Cold Spring Harb. Symp., 1961, 389.
- Montalenti, G.  
 1974 From Aristotle to Democritus via Darwin, in: Ayala & Dobzhansky (eds.), 1974.
- Moorhead, A.  
 1969 Darwin and the Beagle, Harper & Row, New York, 1969.
- Morgan, T.H.  
 1932 The Scientific Basis of Evolution, Norton, New York, 1932.
- Morris, C.  
 1972 The Discovery of the Individual 1050- 1200, Harper, New York, 1972.
- Morsink, J.  
 1982 Aristotle on the Generation of Animals, America UP., 1982.
- Morus, Th.  
 (ed.) Utopia, in: Famous Utopias, White (ed.).
- Munson, R.  
 1971 Biological Adaptation, Phil.Sci., 38, 200, 1971.  
 1972 Biological Adaptation, A Reply, Phil.Sci., 39, 1972.
- Nagel, E.  
 1963 The Structure of Science, Routledge, Kegan Paul, London, 1963.
- Needham, J.  
 1936 Order and Life, Yale UP., 1936.  
 1959 A History of Embryology, Cambridge UP., Cambridge, 1959.
- Newton, I.  
 1687 Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (1687), California UP., Berkeley, 1946.
- Nisbett, R.  
 1980 History of the Idea of Progress, Basic Books, 1980.
- Nissen, L.  
 1983 Wright on teleological descriptions of goal- directed behavior, Phil.Sci., 50, 151, 1983.
- Nuchelmans, G.  
 1965 Hume, Wereldvenster, Baarn, 1965.
- Oeser, E.  
 1974 System, Klassifikation, Evolution, Stuttgart, 1974.
- Olding, A.  
 1978 A Defense of Evolutionary Laws, Brit.J.Phil.Sci., 29, 131, 1978.
- Oldroyd, D.R.  
 1983 The wider Domain of Evolutionary Thought, Reidel, Dordrecht, 1983.

- Olson, A.  
1984 On Theories of Evolution and their Natures, Nat. & Syst.6, 103, 1984.
- Oparin, A.J.  
1957 The Origin of Life on Earth, MacMillan, New York, 1957.
- Osborn, H.F.  
1894 From the Greeks to Darwin, Columbia UP., New York, 1894.
- Ospovat, D.  
1981 The Development of Darwins Theory, Cambridge UP., 1981.
- Oudemans, Th.  
1980 De Verdeelde Mens, Boom, Meppel, 1980.
- Painter, S.  
1975 A History of the Middle Ages, MacMillan, London, 1975.
- Paley, W.  
1819 Natural Theology, Rivington, London, 1819.
- Palmer, R.R.  
1978 Colton, J., A History of Modern World, A.Knopf, New York, 1978.
- Pascal, B.  
1962 Pensées, Livre de Poche, Gallimard, Paris, 1962.
- Paul, R.  
1984 German academic Science, Brit.J.Hist.Sci., 17, 1984.
- Pepper, S.  
1942 World Hypothes, Study in Evidence, California UP., 1942.
- Peursen, C.A., van.  
1966 Lichaam-Ziel- Geest, Bijleveldt, Utrecht, 1966.  
1968 Leibniz, Wereldvenster, Baarn, 1968.
- Peursen, C.A. van, Bertels, C.P., Nauta, D.  
1968 Informatie, Spectrum, Utrecht, 1968.
- Pico della Mirandola.  
1486 Oration on the Dignity of Man (1486), in: Cassirer, Kristeller, Randall (1948).
- Pittendrigh, C.S.  
1958 Adaptation, Natural Selection and Behavior, in: Roe & Simpson, 390, 1958.
- Planck, M.  
1929 Das Weltbild der Neuen Physik (1929), in: Vorträge und Erinnerungen, Wiss.Buch Gesells., 1969.
- Plato.  
1963 The Collected Dialogues, Bollingen Series LXXI, Princeton, 1963.
- Poincaré, H.  
1902 Wetenschap en Hypothese (1902), Boom, Meppel, 1979.
- Ponamperuma, C.  
1972 The Origins of Life, Thames and Hudson, London, 1972.
- Popper, K.  
1957 The Poverty of Historicism, Routledge & Kegan Paul, London, 1957.  
1963 Conjectures and Refutations, The Growth of Scientific Knowledge, Routledge, Kegan Paul, London, 1963.  
1972 Objective Knowledge, Routledge & Kegan Paul, London, 1972.  
1974 Darwinism as a Metaphysical Research Program, in: Schilpp (ed.) 1974.



- Preus, A.  
1970 Science and Philosophy in Aristotle's Generation of Animals, J.Hist.Biol., 1970, 3, 1.
- Prigogine, I.  
1978 From Being to Becoming, Freeman, 1978.
- Prigogine, I., Stengers, I.  
1984 Order out of Chaos, Bantam, 1984.
- Raff, R.A., Kaufmann, T.C.  
1983 Embryos, Genes and Evolution, MacMillan, New York, 1983.
- Raikov, B.E.  
1968 Karl Ernst von Baer, Sein Leben und sein Werk, Barth, Leipzig, 1968.
- Randall, J.H.  
1926 The Making of the Modern Mind, Columbia UP., New York, 1926.
- Raven, Chr.P.  
1968 Ontwikkeling als Informatieverwerking, Haan/Meulenhoff, Amsterdam, 1968.
- Remane, A., Storch, V., Welsch, U.  
1980 Evolution, DTV, München, 1980.
- Rensch, B.  
1960 The Laws of Evolution, in: Tax (1960).  
1968 Biophilosophie, G.Fischer Verlag, Stuttgart, 1968.  
1977 Das Universale Weltbild, Fischer, Frankfurt, 1977.
- Rescher, N.  
1968 Nous, 2, 121, 1968.
- Richmond, R.C.  
1970 Non-Darwinian Evolution, A Critique, Nature, 225, 1025, 1970.
- Ridley, M.  
1985 The Problems of Evolution, Oxford UP., 1985.
- Riedl, R.  
1975 Die Ordnung des Lebendigen, Systembedingungen in der Evolution, Paul Parey Verlag, Berlin, 1975.  
1976 Die Strategie der Genesis, Piper, 1976.
- Rieppel, O.  
1986 Species Are Individuals?, Evol.Biol., 20, 283, 1986.
- Rijk, L.M. de.  
1977 Middeleeuwse Wijsbegeerte, van Gorcum, Assen, 1977.
- Ritchie, D.G.  
1891 Darwin and Hegel, Swan, London, 1891.
- Roger, J.  
1982 Buffon et le Transformisme, La Recherche, 138, 1246, 1982.
- Rosenberg, A.  
1985 Structure of Biological Science, Cambridge UP., 1985.
- Rosenblueth, A., Wiener, N.  
1950 Purposeful and non- purposeful Behavior, Phil.Sci.17, 318, 1950.
- Rosenblueth, A., Wiener, N., Bigelow, J.  
1943 Behavior, Purpose and Teleology, Phil.Sci.10, 18, 1943.
- Ross, D.  
1923 Aristotle, Methuen UP., London, 1923.  
1936 Aristotle's Physics; Oxford UP., Oxford, 1936.

- Rostovtzeff, M.  
1963 A History of the Ancient World, Oxford UP., London, 1963.
- Rousseau, J.J.  
1755 Discours sur l'origine de l'inégalité (1755), Larousse, Paris, 1956.
- Roux, H.  
1895 Zur Analysis der Potenzen embryonaler Organzellen, Arch.Entw.mech.2, 1895.  
1914 Die Selbstregulation, Halle, 1914.
- Ruse, M.E.  
1971 Functional Statements in Biology, Phil.Sci., 38, 87, 1971.  
1972 Biological Adaptation, Phil.Sci., 39, 1972.  
1973 The Philosophy of Biology, Humanities Press, New Jersey, 1973.  
1973 A Reply to Wrights Analysis, J.Phil.Sci., 1973.  
1979 The Darwinian Revolution, Chicago UP., 1979.
- Rush, J.M.  
1957 The Dawn of Life, Hanover House, New York, 1957.
- Russell, E.S.  
1916 Form and Function, Murray, London, 1916.  
1933 Limitations of Analysis in Biology, Cambridge UP., 1933.  
1945 The Directiveness of Organic Activities, Cambridge UP.1945.  
1950 The Drive Element in Life, Brit.J.Phil.Sci.1, 108, 1950.
- Ryle, G.  
1949 The Concept of Mind, Penguin, Harmondsworth, 1949.
- Sachsse, H.  
1976 Erkenntnis des Lebendigen, 1976.
- Sambursky, S.  
1956 The Physical World of the Greeks, Routledge K.P., London, 1956.  
1959 The Physics of Stoics, Routledge & Kegan Paul, London, 1959.
- Sandkühler, H.J.(ed.).  
1984 Natur und Geschichtlicher Prozess, Suhrkamp, 1984.
- Sarton, G.  
1961 Ancient and Medieval Science during the Renaissance, Barnes, New York, 1961.
- Schäfer, L.  
1982 Wandlung des Naturbegriffs, in: Zimmerman, 1982.
- Schacht, R.  
1971 Alienation, Allen & Unwin, London, 1971.
- Scheffler, I.  
1959 Thoughts on Teleology, Brit.J.Phil.Sci.36, 265, 1959.
- Schelling, F.W.J.  
1985 Ausgewählte Schriften, Suhrkamp, Frankfurt, 1985.
- Schelsky, H.  
1961 Der Mensch in der Wissenschaftliche Zivilisation, 1961.
- Schierbeek, A.  
1961 Opkomst en Bloei van de Evolutieleer, Bohn, 1961.
- Schilpp, P.A. (ed.).  
1974 The Philosophy of Karl Popper, 1974.
- Schindewolf, O.H.  
1936 Palaeontologie, Entwicklungslehre und Genetik, Kritik und Synthese, Berlin, 1936.
- Schoffeniels, E.  
1976 Anti- Chance, A Reply to Monod, Pergamon, Oxford, 1976.

- Schopenhauer, A.  
 1836 Ueber den Willen in der Natur, Diogenes, Zürich, 1977 .  
 1851 Parerga und Paralipomena II (1851), Diogenes, Zürich, 1977.  
 1981 De Wereld een Hel, Boom, Meppel, 1981.
- Schrödinger, E.  
 1944 What is Life, Cambridge UP., 1944.
- Sheldrake, R.  
 1983 A New Science of Life, Paladin/Granada, London, 1983.
- Short, T.  
 1983 Teleology in Nature, Am.Phil.Quart., 20, 1983.
- Silk, J.  
 1980 The Big Bang, Freeman, San Francisco, 1980.
- Simpson, G.G.  
 1949 The Meaning of Evolution, Yale UP. (1949), Mentor, 1951.  
 1953a The Major Features of Evolution, Columbia UP., New York, 1953.  
 1953b Baldwin-Effect, Evolution, 7, 110, 1953.  
 1964 This View of Life, Harcourt, Brace & World, New York, 1964.
- Singer, C.  
 1950 A History of Biology, New York, 1950.
- Sinott, E.  
 1950 Cell and Psyche, Biology of Purpose, Cornell UP., 1950.
- Sinott, E., Dunn, L., Dobzhansky, Th.  
 1958 The Principles of Genetics, McGraw Hill, 1958.
- Skolimowski, H.  
 1981 Eco- Philosophy, Boyars, London, 1981.
- Smuts, J.C.  
 1926 Holism and Evolution, MacMillan, London, 1926.
- Snelders, H.  
 1973 Naturphilosophie en Natuurwetenschap, Diss. Utrecht, 1973.
- Snell, B.  
 1954 The Discovery of the Mind, Harvard UP, Cambridge Mass., 1954.
- Sober, E.  
 1984 The Nature of Selection, MIT Press, Cambridge Mass., 1984.
- Solmsen, F.  
 1960 Aristotle's System of the Physical World, Cornell UP., 1960.
- Sommerhoff, G.  
 1950 Analytical Biology, London, Oxford UP., 1950.
- Soontjens, F.J.K.  
 1969 Gen-Regulatie tijdens de Vroege Embryogenese, Scriptie, 1969.  
 1973 Interactie tussen Lymphocyt, Macrophage en Poliovirus, Diss. Nijmegen, 1973.  
 1979 Wetenschap, Techniek en Vervreemding, Paper, Nijmegen, 1979.  
 1980 Finaliteit en Causaliteit bij Leibniz, Paper, Nijmegen, 1980.  
 1983 Natuur, Wetenschap en Vervreemding, in: Debrock (ed.), 1983.  
 1985 Van Atomos tot Adam, in: Liber Americorum van Melsen, Ambo, 1985.  
 1987 Evolutie, Entropie en Teleologie, Paper, Nijmegen, 1987.

- Sorokin, P.  
1941 The Crisis of our Age, 1941.
- Southern, R.W.  
1977 The Making of the Middle Ages, Penguin, Harmondsworth, 1977.
- Spaemann, R., Löw, R.  
1981 Die Frage Wozu, Piper, München, 1981.
- Spencer, H.  
1867 Biological Principles, Williams & Norgate, London, 1867.
- Spengler, O.  
1923 Der Untergang des Abendlandes, Beck, München, 1923.
- Spinoza, B.  
1677 Ethica (1677), Wereldbib., Amsterdam, 1979.
- Stafleu, F.A.  
1971 Linnaeus and the Linnaeans, Utrecht, 1971.
- Stanley, S.M.  
1981 The New evolutionary Timetable, Basic Books, 1981.
- Starr, C.G.  
1974 A History of the Ancient World, Oxford UP., New York, 1974.
- Stebbins, G.L.  
1974 Evolutionary Novelty, in: Ayala & Dobzhansky, 1974.  
1982 From DNA to Man, Freeman, San Francisco, 1982.
- Stebbins, G.L., Ayala, F.  
1981 Is a New Evolutionary Synthesis Necessary?, Science, 213, 967, 1981.  
1985 The Evolution of Darwinism, Sci. Amer., 246, 54, 1985.
- Steen, W.J. van der.  
1973 Inleiding tot de Wijsbegeerte van de Biologie, Oosthoek, Utrecht, 1973.
- Stegmüller, W.  
1969 Probleme und Resultaten der Wissenschaftstheorie und Analytischen Philosophie, Springer, New York, 1969.
- Stent, G.S.  
1968 That was the Molecular Biology that was, Science, 160, 390, 1968.
- Straaten, M. van.  
1969 Kerngedachten van de Stoa, Romen, Roermond, 1969.
- Tax, S., (ed.).  
1960 Evolution after Darwin, Chicago UP., 1960.
- Taylor, R.  
1950 A Rejoinder, Phil.Sci.17, 327, 1950.  
1950 Comments on a mechanistic conception of purposefulness, Phil.Sci.17, 310, 1950.  
1966 Action and Purpose, Prentice Hall, New Jersey, 1966.
- Teilhard de Chardin, P.  
1958 Het Verschijsnel Mens, Spectrum, Utrecht, 1958.
- Theiler, W.  
1925 Zur Geschichte der teleologischen Naturbetrachtung bis auf Aristoteles, Gruyter, Berlin, 1925.
- Thijssen, J.M.M.  
1988 Johannes Buridanus over het Oneindige, Diss. Nijmegen, 1988.
- Thijssen, W.T.M.  
1982 De Mens-Machine Theorie, Diss., Nijmegen, 1982.

- Thomas van Aquino.  
 1975 *Summa Contra Gentiles*, (Eng. Vert.), Notre Dame UP., 1975.
- Thomas, K.  
 1973 *Religion and the Decline of Magic*, Penguin, Harmondsworth, 1973.
- Thompson, W.  
 1901 (Kelvin), *Nineteenth Century Clouds over Physics*, Phil.Mag., 2, 1, 1901.
- Thomson, d'Arcy, W.  
 1917 *On Growth and Form* (1917), Duitse vert.: Suhrkamp, Frankfurt, 1983.
- Thorpe, W.H.  
 1963 *Biology and the Nature of Man*, London, 1963.
- Tillyard, E.M.W.  
 1972 *The Elisabethan World Picture*, Penguin, Harmondsworth, 1972.
- Tinbergen, N.  
 1951 *The Study of Instinct*, Oxford UP., Oxford, 1951.
- Toulmin, S.  
 1961 *Foresight and Understanding*, Harper and Row, 1961.
- Toulmin, S., Goodfield, J.  
 1965 *The Discovery of Time*, Hutchinson, London, 1965.
- Uexküll, J. von.  
 1928 *Theoretische Biologie* (1928), Suhrkamp, Frankfurt, 1973.
- Uhlmann, E.  
 1923 *Entwicklungsgedanke und Artbegriff*, Jena, 1923.
- Vandel, A.  
 1968 *La Genèse du Vivant*, Masson, Paris, 1968.
- Vinci, Leonardo da.  
 1952 *Notebooks*, Oxford UP., 1952.
- Vlastos, G.  
 1975 *Plato's Universe*, Clarendon, Oxford, 1975.
- Vogel, C. de.  
 1968 *Plato, Wereldvenster*, 1968.
- Vos, H. de.  
 1970 *Beknpte Geschiedenis van het Natuurbegrip*, Wolters Noordhoff, Groningen, 1970.
- Vries, H. de.  
 1901 *Die Mutations-Theorie*, Leipzig, 1901.
- Vroon, P., Draaisma, D.  
 1985 *De Mens als Metafoor*, Ambo, Baarn, 1985.
- Waddington, C.H.  
 1957 *Strategy of the Genes*, Allen & Unwin, London, 1957.  
 1960 *Evolutionary Adaptation*, in: *Tax*, 1960.  
 1960 *The Ethical Animal*, Allen & Unwin, London, 1960.  
 1961 *The Nature of Life*, Allen & Unwin, 1961.  
 1968 *The Basic Ideas of Biology*, in: *Theoretical Biology I*, 1968.  
 1975 *Evolution of an Evolutionist*, Edingburgh UP., 1975.
- Waddington, C.H. (ed.).  
 1968 *Towards a Theoretical Biology*, Edinburgh UP., 1968.
- Waesberghe, M. van.  
 1982 *Towards an alternative Evolutionmodel*, *Acta Biotheor.*, 31, 3, 1982.  
 1983 *Evolutie en Program*, *Vakbl.Biol.*, 63/14, 269, 1983.  
 1986 *Constraint en Taxonomie*, *Vakbl.Biol.*, 66, 311, 1986.

- Walbot, V., Holder, N.  
1987 Developmental Biology, Random House, New York, 1987.
- Wallace, A.R.  
1858 On the Tendency of Varieties to depart from the Original Type (1858) in: Brackmann, 1980.  
1905 My Life, Dodd, New York, 1905.
- Wallace, W.A.  
1972 Causality and Scientific Explanation, Michigan UP., Ann Arbor, 1972.
- Walsh, W.H.  
1967 Philosophy of History, Harper & Row, New York, 1967.
- Wasserman, G.D.  
1981 On the Nature of the Theory of Evolution, Phil.Sci., 48, 1981.
- Waters, C.K.  
1986 Natural Selection Without Survival of the Fittest, Biol.Phil., 1, 207, 1986.
- Watson, J.  
1974 The Double Helix, Penguin, Harmondsworth, 1974.  
1976 The Molecular Biology of the Gene, Benjamin, New York, 1976.
- Watson, J.D., Crick, F.H.  
1953 Molecular Structure of Nucleic Acids, Nature, 171, 737, 1953.
- Weber, M.  
1986 Gesammelte Aufsätze zur Religionssoziologie (1920), UTB, 1986.
- Weinberg, J.R.  
1964 A Short History of Medieval Philosophy, Princeton UP., New Jersey, 1964.
- Weinberg, S.  
1977 The First Three Minutes, Bantam, 1977.
- Weismann, A.  
1885 Die Kontinuität des Keimplasmas als Grundlage einer Theorie der Vererbung, Leipzig, 1885.
- Weizsäcker, C.F.  
1948 Die Geschichte der Natur, VandenHoeck, 1948.  
1957 Zum Weltbild der Physik, Herzel, Stuttgart, 1957.  
1971 Die Einheit der Natur, Carl Hanser, München, 1971.
- Welten, W.P.  
1961 Causaliteit en Quantenmechanika, Diss. Nijmegen, 1961.
- Westfall, R.S.  
1971 The Construction of Modern Science, Cambridge UP., 1971.
- White, F.R.  
1955 Famous Utopias of the Renaissance, Hendrick House, New York, 1955.
- White, L.  
1964 Mediaval Technology and Social Change, Oxford UP., 1964.  
1967 The Historical Roots of the Ecological Crisis, Science, 255, 1203, 1967.
- Whitehead, A.N.  
1920 Concept of Nature, Cambridge UP., 1920.  
1926 Science and the Modern World, Cambridge UP., 1926.  
1929 Process and Reality, MacMillan, New York, 1929.
- Whitrow, G.  
1960 Structure and Evolution of the Universe, Hutchinson, London, 1960.

- Wicken, J.S.  
1987 Evolution, Thermodynamics and Information, Oxford UP., 1987.
- Wieland, W.  
1970 Die Aristotelische Physik, vanden Hoeck, Göttingen, 1970.
- Wiener, N.  
1950 The Human Use of Human Beings, Avon, New York, 1950.
- Williams, B.  
1978 Descartes, The Project of Pure Enquiry, Penguin, Harmondsworth, 1978.
- Williams, G.C.  
1966 Adaptation and Natural Selection, Princeton UP., New York, 1966.
- Williams, M.B.  
1985 Species are Individuals, Phil.Sci., 52, 578, 1985.
- Wilson, E.O.  
1975 Sociobiology, Harvard UP., 1975.
- Wilson, J.  
1959 Biology attains Maturity, in: Clagget, 1959.
- Wimsatt, W.  
1972a Teleology and the Logical Structure of Function Statements, J.Hist. Phil.Sci.3, 1, 1972.  
1972b Some Problems with the Concept of Feedback, in: Bost.Stud.Phil.Sci.VIII, 241, 1972.
- Win, X. de.  
1978 De Dialogen van Plato, (Ned.Vert.), Ned. Boekhandel/Ambo, Antwerpen/Baarn, 1978.
- Wolff, Ph.  
1968 The Awakening of Europe, Penguin, Harmondsworth, 1968.
- Wood Krutch, J.  
1956 The Great Chain of Life, Boston, 1956.
- Woodbridge, F.J.H.  
1965 Aristotle's Vision on Nature, Columbia UP., 1965.
- Woodfield, A.  
1976 Teleology, California UP., Berkeley, 1976.
- Woodger, J.H.  
1929 Biological Principles, a Critical Study, Humanity, London, 1929.
- Wright, L.  
1972 Explanation and Teleology, Phil.Sci.39, 204, 1972.  
1973 Functions, Phil.Rev., 82, 139, 1973.  
1976 Teleological Explanations, California UP., Berkeley, 1976.
- Wuketits, F.  
1978 Wissenschaftstheoretische Probleme der Modernen Biologie, Duncker & Humblot, Berlin, 1978.  
1980 Kausalitätsbegriff und Evolutionstheorie, Duncker & Humblot, Berlin, 1980.  
1981 Biologie und Kausalität, Paul Parey, Berlin, 1981.  
1982 Grundriss der Evolutionstheorie, W.B.G., Darmstadt, 1982.
- Wynne Edwards, V.C.  
1986 Evolution through Group Selection, Blackwell, 1986.

- Yates, F.A.  
 1979 The Occult Philosophy, Routledge, Kegan Paul, London, 1979.
- Yeo, .R.R.  
 1986 The Principle of Plenitude and Natural Theology, Brit.J.Hist.Sci., 19, 263, 1986.
- Young, R.M.  
 1971 Darwin's Metaphor, Does Nature Select?", Monist, 55, 442, 1971.
- Zeller, E.  
 1931 Outlines of the History of Greek Philosophy, Routledge & Kegan Paul, London, 1931.
- Zimmerman, J.(ed.).  
 1982 Das Naturbild des Menschen, Fink, 1982.
- Zimmermann, W.  
 1953 Geschichte des Evolutionsgedanke, Alber, Freiburg, 1953.  
 1960 in: Heberer (ed.), Hundert Jahre Darwin, 1960.  
 1968 Evolution und Naturphilosophie, Berlin, 1968.
- Zukav, G.  
 1979 The Wu-Li Dancers, Bantam, 1979.
- Zwart, P.  
 1967 Causaliteit, Diss. Nijmegen, 1967.  
 1985 Evolutie, Vrijheid en Energie, Ambo, Baarn, 1985.
- Zwick, M.  
 1984 On the Precasiousness of Systems, Nature & System, 6, 33, 1984.



Evolution and Finality

A historical and philosophical analysis of an alienated relationship

F.J.K.J. Soontjens

This dissertation originated from a concern for the growing sense of alienation of man from nature and from himself. As it has been observed by several authors, modern culture is characterized by a gap between two areas of human experience. On the one hand, there is the ethical and aesthetical experience with its emphasis upon value and purpose; on the other hand, there is the area of scientific analysis which attempts to eliminate all reference to purpose and value. The natural sciences developed a mode of investigation in which man detaches himself from nature in order to objectively observe and describe it, without involving subjective valuations and purposes.

"Alienation" was the outcome of the so-called mechanization of the world-view and the result of a philosophy of mechanicism which largely forms the basis of science. Since the Renaissance, Nature has been increasingly perceived after the model of a ready-made machine. This philosophy resulted in various forms of dualism, which referred to various dualities, such as that of man vs. nature, mind vs. body, quality vs. quantity, fact vs. value. A mechanical perspective required Nature to be stripped of finality. The method of the new science precluded any form of teleological explanation. Teleology was considered the result of illicit anthropomorphism.

However, during the Age of Enlightenment, the mechanical view of the world increasingly clashed with a growing historization of nature. The historical perspective, in which Nature is perceived as a developing and self-organizing process, eventually led to the development of several theories of evolution during the nineteenth century. According to the theory of evolution, life and man are the result of intertwined processes of chance and necessity, and therefore, completely understandable in terms of natural laws and causality.

The confrontation of the mechanizal view of the world with the historical perspective had all the features of a paradox which blatantly expressed itself in man's view of himself. By insisting upon the unity between man and nature, the theory of evolution proved that the mechanistic and dualistic theory in which man is considered the opposite of Nature, was untenable. Man is primarily goal-orientated. How could such being be the product of a mechanical Nature, totally bereft of purpose? It is not unlikely that this paradox made the problem of alienation into the existential problem of modern man.

This "context of discovery" demanded an examination of the way in which the question of teleology was handled in modern evolutionary theories: the "synthetic" theory, and the "system-theoretical" approach of evolution. This examination constitutes the main subject of this dissertation. The history of the theory

of evolution shows a remarkable ambivalence with regard to teleology. On the one hand, teleology is rejected as a purely anthropomorphic and therefore a scientifically inadmissible type of explanation. Moreover, any suggestion of teleology is rejected primarily because, so it is argued, any reference to finality would be in contrast with the openness and the creativity of evolution. On the other hand however, biologists are faced with the seemingly unavoidability of functional and teleological explanations, even in molecular biology. Some of them feel compelled to justify the scientific character of this teleological explanation by appealing to the very theory of evolution.

Discussions about evolution frequently make use of teleological terminology. One speaks of "purposes", "goal", "directedness", "finality", "teleology", "chance", "accident" and "randomness". Very rarely however, an effort is made to exactly define these terms. As a result, many so-called scientific issues, as for example the problem of gradualism vs. saltationism, and the problem of neutralism vs. selectionism are from the very start vitiated by terminological confusion about these fundamentally philosophical concepts. One of the most persistent sources of confusion is related to the concept of "chance". A great deal of attention is given to an elucidation of a number of those terms.

Chapter 1 gives a short history of evolutionary thinking, as well as a survey of the modern "synthetic" theory of evolution and its concomitant scientific and philosophical problems.

Chapter 2 presents a history of the concept of teleology. Since the concepts of "teleology" and "chance", which contribute to the confusion of problems, arise from a long tradition, a historical analysis was deemed indispensable to a better understanding and evaluation of modern discussions. The historical inflexions in the interpretation of "final causality" help to understand the difficulties and confusions which pervade the modern discussions about teleology within the context of system-theory, cybernetics, philosophy of science and the theories of evolution.

An important distinction has been made between the terms "finality" and "teleology". In this study, "finality" refers to the appearance of goal-directedness and functionality in nature, whereas the use of the term "teleology" is restricted to the attempts to explain these characteristics of nature in terms of "final causes", which are either actually operative in nature, or merely heuristic principles for guiding the process of understanding. A second distinction regards external and internal teleology. External teleology assumes the existence of some designing agency, such as that of a Creator. Internal teleology assumes that final causes are inherent to the natural process itself.

It is argued that the most decisive change in the history of teleological thinking is to be traced to the interpretation of the medieval doctrine of teleology as external teleology. But, whereas medieval philosophers had, with Aristotle, carefully distinguished internal from external teleology, later "modern" thinkers were to simplistically reduce all teleology to external teleology. Aristotle had argued that natural teleology was a condition for the possibility of the teleology of the human subject, such as in his activity of making a sculpture. In this respect,

his thought is far more "evolutionist" than any dualistic thinking could possibly be.

Ever since the Middle Ages, however, natural teleology was made the result of the teleology of a Divine Subject, an external designer, who in his Infinite Wisdom created the world out of nothing. Ever since, teleological thinking was almost automatically understood as "theological teleology" which became known, defended and attacked as the "Argument of Design". Teleology - in this form of external teleology - was first attacked by Bacon, Descartes, and Spinoza; and was defended by Berkeley and Leibniz. Even Kant, who attacked the "Argument of Design", was the victim of the same reduction of teleology to theological teleology: scientific investigation of living nature presupposes a teleological reading of Nature and this requires that we see Nature AS IF it had been designed for some purpose.

While Natural Theology found the proof for the Argument of Design in the harmony and adaptation of the universe in general, and of living nature in particular, evolutionary thinking arose from the attempt to give a naturalistic explanation of these phenomena. But even so, the founding fathers of the theory of evolution, Lamarck, Chambers and Darwin apparently confused the problem of teleology with the problem of theology. Up to this very day, the same reduction haunts nearly every discussion regarding the problem of teleology with regard to evolution. This is especially evident in the discussion regarding the problem of orthogenesis.

This reduction of teleology to external teleology became the source of three important misconceptions:

- 1) it was assumed that any defense of teleology implied the acceptance of backward causality,
- 2) it was assumed that any defense of teleology implied the acceptance of pre-determinism or preformism, and
- 3) teleology was identified with functionality.

In Chapter 3, an analysis is made of the explanations of teleology, which were given within the context of resp. system-theory, cybernetics and the philosophy of science. It is argued that the attempts made by these theorists to translate teleological concepts into "neutral" - that is to say "non-teleological", "non-anthropomorphic", "non-vitalistic" - concepts fails. The main preoccupation of those attempts is to free biological thinking from anthropomorphism. It is argued that the effort labours under:

- 1) the mistake of associating teleology with backward causality, and
- 2) covert circular thinking: the arguments often presuppose the very teleology which they try to eliminate.

In Chapter 4, an analysis is given of the attempts by biologists to justify teleological reasoning in biology as scientifically acceptable. These attempts are inspired by the apparent unavoidability of the use of functional descriptions of living organisms, and of evolutionary mechanisms. It is argued that these attempts suffer from

- 1) a confusion between teleology and functionality,
  - 2) a tacit assumption of non-functional teleology and
  - 3) an insidiously equivocal use of the term "natural selection."
- On the one hand, "natural selection" is supposed to provide a scientific and causal explanation of evolution, because it is "natural"; whereas, on the other hand, that same "natural selection", in as much as it is properly a "selection", is supposed to explain teleology.

All in all, the underlying weakness of all these attempts - by cybernetics, system-theory, philosophy of science and the theory of evolution - to provide a neutral, non-teleological account of teleology, is to be traced to their tacit presupposition of the very teleology which they try to explain away.

Chapter 5 provides an analysis of the discussions about the problems of orthogenesis, trends and progress in evolution. Evolutionists try to explain evolutionary trends in terms of natural selection, constraints and/or evolutionary laws. The analysis shows, however, that these discussions too are unsatisfactory on account of the following considerations:

- 1) teleology is often identified with preformism as understood by orthogenesis.
- 2) teleology in evolution is implicitly compared with teleology in embryogenesis.
- 3) teleology is considered as the opposite of chance, while chance is in turn opposed to predictability. Thereby, the problem of chance is confused with the problem of contingency.
- 4) the theory of evolution tacitly presupposes teleology by its persistent use of terms such as "struggle for life", "selection", "adaptation", "trend", "evolution", "constraint", "opportunism" and "chance". Indeed, it is argued that the concept of "chance" is itself irreducibly teleological.

At the end of the chapter, it is argued that the arguments aiming at proving the absence of teleology in evolution are neither convincing nor justified. It is shown that the paleontological data cannot by themselves either confirm or refute the presence of a goal in evolution. Furthermore, evolutionary discourse is implicitly teleological. Finally, several important protagonists of evolution seem to be convinced of the progress of evolution, and seem to insist upon the fact that non-teleological evolution has produced man who is by nature teleological.

The General Discussion focuses upon the apparent need for an anthropomorphic philosophy of nature. It is argued that all knowledge, including scientific knowledge, is profoundly anthropomorphic. Indeed, man is the only key to nature. The obstinate denial of this obvious fact is, so it is argued, the first and primary source of alienation.

The most persistent criticism of teleology is aimed at the anthropomorphic character of the concept. But if teleological reasoning is unavoidable, so is anthropomorphism. Any explanation of nature is ultimately based upon a human experience of nature. It is illusory and misleading to suggest that scientific concepts and formulas can be cleansed of all human connotation. To the con-

trary, those concepts and formulas ultimately derive their very meaning from human experience. This is especially manifest in concepts such as "selection" and "information". Thus, while rejecting explicitly every anthropomorphism, biology, and science in general, implicitly uses anthropomorphisms, to give meaning to its concepts. This points to a sort of "hypocrisy". It seems more honest and more adequate to explicitly accept this anthropomorphism, instead of rejecting it at the frontdoor, but accepting it through the backdoor.

At the end it is suggested that A.N. Whitehead has provided us with a valuable clue which might enable us to construct such an "anthropomorphized" philosophy of nature, without a "bifurcation of Nature". With Karl Marx, one might say that we must naturalize man and humanize Nature.



## Curriculum Vitae

Geboren in 1945 te Breda.

Gehuwd met Pauline Soontjens - van Es. We hebben twee zonen.

Studeerde Biologie en Filosofie. Promoveerde in 1973 tot Doctor in de Natuurwetenschappen op een micro-biologisch onderwerp.

Van 1973 tot 1980 werkzaam als docent Biologie en Maatschappijleer aan scholen voor het M.O. en H.B.O., in Nederland en Curaçao.

Lid van afdelings- en gewestelijk bestuur van de PvdA, alsook van het Algemeen Bestuur van de Evert Vermeer Stichting t.b.v. Ontwikkelingssamenwerking.

Sedert 1980 werkzaam op de afdeling Filosofie van de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen te Nijmegen, als docent voor Wijsgerige Biologie en voor Ethiek i.v.m. de Natuurwetenschappen.

Vanaf 1989 docent filosofie aan de Universiteit van Lusaka, te Zambia.





## Stellingen

- 1 De verplichting tot het verdedigen van stellingen tijdens de promotieplechtigheid is overbodig.
- 2 Aangezien wijs-begeerte geen weten-schap is, pretendeert dit proefschrift niet een wetenschappelijke proeve op het gebied van de wijsbegeerte te zijn.
- 3 Het schrijven van deze dissertatie werd niet geïnspireerd door de intentie de graad van Doctor aan de Katholieke Universiteit van Nijmegen te verwerven.
- 4 De evolutietheorie is niet in staat de afwezigheid van teleologie in de evolutie te bewijzen.
- 5 De verspilling van grondstoffen, energie en mankracht is door de hedendaagse informatie-cultus eerder toe- dan afgenomen.
- 6 Ondanks pogingen van hedendaagse "masculinistes", het tegendeel aan te tonen, is het een evolutionair feit - niet geheel ontbloot van een zekere charme - dat vrouwen niet gelijk zijn aan mannen.
- 7 De Nobelprijs is geen garantie voor de juistheid van de wijsgerige opvattingen van de winnaars ervan.
- 8 De authentieke muziekpraktijk is niet zinvoller dan het spelen van een 78-toerenplaat op een oude koffergrammofoon.
- 9 De hedendaagse techniek vraagt meer dan ooit een mens die is geschapen naar gods gelijkenis; ze lijkt daarentegen steeds meer analfabete debielen te creëren.
- 10 Het hedendaagse eco-centrisme is een verhuld antropocentrisme.
- 11 Het zal wel niet lang meer duren of de allerwege oprukkende westerse beschaving heeft alle "echte mensen" geëlimineerd.
- 12 Het is een tot nadenken stemmende zaak, dat op vele biologie-opleidingen geen vakgroep voor evolutietheorie bestaat.
- 13 De alcohol-verslaving in Rusland is niet meer symptomatisch voor een falend systeem dan de drug-verslaving in Amerika.
- 14 De evolutionaire kennistheorie is onhoudbaar.

